

Hur påverkas kotrafiken av blandfodrets sammansättning vid utfodring i automatiska mjölkningssystem?

How does composition of a partial mixed ration (PMR) or
total mixed ration (TMR) affect cow traffic in automatic
milking systems

Maja Blom



Hur påverkas kotrafiken av blandfodrets sammansättning vid utfodring i automatiska mjölkningssystem?

How does composition of a partial mixed ration (PMR) or a total mixed ration (TMR) affect cow traffic in automatic milking systems?

Maja Blom

Handledare: Eva Spörndly

Institution: Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Bitr handledare: Torbjörn Lundborg

Institution: Växa Sverige

Examinator: Kerstin Svennersten Sjaunja

Institution: Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Omfattning: 30 hp

Nivå och fördjupning: A2E

Kurstitel: Examensarbete i husdjursvetenskap

Kurskod: EX0552

Program: Husdjursagronom

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2018

Omslagsbild:

Serienamn / delnummer: 623

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Lata kor, kotrafik, blandfoder, mjölkningsrobot, fullfodermix

Keywords: Lazy cows, cow traffic, automatic milking, partial mixed ration, total mixed ration

Sveriges lantbruksuniversitet

Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Innehållsförteckning

Innehållsförteckning	4
Sammanfattning.....	6
Abstract.....	6
Bakgrund	7
Syfte	7
Litteraturstudie	8
Automatisk Mjölknings.....	8
Styrd eller fri kotrafik	9
Kotrafik och mjölkningsfrekvens.....	10
Utfodring i AMS.....	12
Kotrafik kopplat till utfodring.....	14
Robotkvot och fyllnadsvärde	15
Material och metoder	16
Besök 1	18
Besök 2	18
Besök 3	19
Besök 4	19
Foderblandningar - sammansättning och utfodrade mängder	19
Information om korna och registrering av kotrafik	23
Statistiska beräkningar.....	24
Beräkning av mjölkningsfrekvensen	24
Outliers och felaktig data.....	24
Analyser på individnivå	24
Analyser av medelvärden.....	26
Resultat	28
Resultat på individnivå.....	30
Frivilliga mjölkningsfrekvensen – alla kor	30
Mjölkvastning – alla kor	31
Frivillig mjölkningsfrekvens – tidig laktation.....	32
Frivillig mjölkningsfrekvens – medel- och senlaktation	33
Frivillig mjölkningsfrekvens – Kor i första laktation	34
Frivillig mjölkningsfrekvens – Kor i andra laktation och äldre	35

Resultat - analys av medelvärden	36
Frivilliga mjölkningsfrekvensen – medelvärden alla kor	37
Mjölkavkastning – medelvärden alla kor	38
Diskussion	39
Slutsats	42
Referenser	43
Bilagor	47

Sammanfattning

Studiens syfte var att undersöka hur sammansättningen av blandfoder påverkar den frivilliga kotrafiken (hur ofta korna frivilligt går till mjölkning) på gårdar med automatisk mjölkning (AM). Studien genomfördes på elva gårdar i Västra Götalands, Gävleborgs och Västernorrlands län där korna utfodrades med blandfoder på foderbordet totalt 939 kor. Den enskilda kons frivilliga mjölkningsfrekvens, mjölkavkastning samt laktationsstadium m.m. registrerades under två perioder på alla mjölkande kor, tillsammans med blandfodrets sammansättning och egenskaper samt antal kor per robot. Under den första perioden gick korna på sin ordinarie foderstat och under den andra förändrades sammansättningen av mixen på foderbordet. Den totala näringsförsörjningen förändrades dock ej mellan perioderna för att ej sammanblanda effekten av ändrad utfodringsnivå med effekten av förändringen av mixens sammansättning. Ändringen i mixen mellan första och andra perioden syftade till att uppnå en höjning eller sänkning av robotkvoten, (definierat som stärkelse+restkolhydrater / NDF (fiber)). Det rekommenderas att robotkvoten ska vara under 0,6 för en fungerande kotrafik. Foderstaterna beräknades i Typfoder (NorFor) och informationen om alla individuella kor togs från datorn kopplad till AM-enheten på gårdarna. Resultatet visade att fyllnadsvärdet (hur mycket fodret fyller våmmen) hade en positiv effekt på kotrafiken. Fyllnadsvärdets ökning från 0,39 till 0,46 gav i studien en signifikant ökning av +0,2 frivilliga mjölkningar per dag. Robotkvoten hade i denna studie endast en signifikant effekt på den frivilliga mjölkningsfrekvensen hos kor i tidig laktation (<90 dagar i mjölk). Resultatet visade också att en högre energinivå i fullfodermixen hade en negativ effekt på antalet frivilliga mjölkningar per ko och dag. Antalet kor per robot hade en starkt signifikant effekt på antalet frivilliga mjölkningar per dag, ca - 0,1 mjölkningar per dag när antalet kor ökade med ca 5 kor (beräknat inom intervallet 41-74 kor). På samma sätt minskade mjölkningsfrekvensen över laktationen och en ko i tidig laktation hade i genomsnitt en högre mjölkningsfrekvens jämfört med en ko senare i laktationen, en minskning på ca -0,2 frivilliga mjölkningar per 100 dagar längre fram i laktationen.

Abstract

The aim of the study was to investigate how composition of a feed mix affects voluntary milking frequency when offered to cows in a system with automatic milking (AM) with special emphasis on the effect of the so-called "robotic quotient" on milking frequency. The robotic quotient is defined as (starch+rest carbohydrates)/neutral detergent fiber. The value is used when giving advice to farmers who have problems with low milking frequencies in the robot and a robotic quotient below 0.6 is often recommended to maintain high milking frequencies. In the set used, voluntary milking frequency was defined as milking frequency minus the number of times a cow was fetched to the milking robot. The study was conducted on 939 cows on eleven farms with AM-systems offered partial mixed ration (PMR) or total mixed ration (TMR) on the feed table. Registrations of each cow's individual voluntary milking frequency was recorded during two periods along with information about stage of lactation, lactation number, breed etc. Composition of each feed mix offered on the feed table was determined by feed sampling, weighing of constituents and feed analyses, components were calculated according to the Nordic feed evaluation system (NorFor) and data were registered along with farm data about the number of cows per robot, robot brand, number of concentrate feeders etc. In the first period the standard feeding on each farm was recorded and thereafter, at the start of period 2 a change in the feeding regime on each farm was introduced, with the aim of changing the robotic quotient plus or minus 0.1 unit. The change introduced depended on the standard feeding regime and on the feeds that were

available on each farm leading to an increase on some farms and a decrease on others. The changes in the composition of the mix offered on the feed table introduced at the start of the second period were accompanied by modifications of the amount of concentrates in the robot, in order to maintain the same supply of nutrients to the cows over both periods, so that the effects of the PMR/TMR composition would not be confounded with the effect of nutrient supply.

Data was analyzed statistically where the effect of feed constituents on voluntary milking frequency was evaluated in models that also included animal and herd factors if statistically significant. The results showed that changing the robot quotient had an effect ($P < 0.05$) on cow traffic for cows in early lactation (0-90 days in milk). The factor that proved to give the best model for explaining voluntary milking frequency was the fill value, a variable calculated in the NorFor system to describe how much the feed physically fills the animal. The fill value proved to have a positive effect on cow traffic and an increase in fill value from 0.39 to 0.46 increased the number of voluntary milkings with +0.2 per day ($P < 0.001$). An increase in net energy content of the ration had a negative effect on the number of voluntary milkings per cow and day ($P < 0.01$). In a similar manner metabolisable energy content of the silage had a negative effect on voluntary milking frequency ($P < 0.05$). Among animal and herd factors, the number of cows per robot proved to have a strong effect ($P < 0.001$) on milking frequency. Within the studied interval of 41-74 cows per robot, a decrease of 0.1 milkings per day with an increase of 5 cows per robot gave a decrease of 0.1 milkings per day. Stage of lactation affected voluntary milking frequency with a decrease of 0.2 milkings per day with +100 days in milk ($P < 0.001$). In conclusion, the fill value was the feed factor that seemed to have the most consistent effect on voluntary milking frequency while the number of cows per robot was the most important management factor.

Bakgrund

En stor andel av de lantbrukare som använder automatiska mjölkningssystem (AMS) upplever att mjölkningsfrekvensen (det vill säga hur ofta korna väljer att bli mjölkade) påverkas av fodret som ges till korna. Det är främst när kraftfoder blandas med ensilage och utfodras som s.k. "mixat" foder som lantbrukare upplever att det blir problem. Många mjölkproducenter anser att när andelen kraftfoder i blandningen blir för hög, får mixen ett högt energiinnehåll per kg foder och att korna blir alltför mätta när de äter denna mix. När korna är alltför mätta går de till liggavdelningen och vilar istället för att söka sig till mjölkningsroboten där de samtidigt får en portion kraftfoder. De blir "lata" och fenomenet har till och med ett engelskt namn "Lazy cow syndrom". Det är dock oklart under vilka förhållanden korna blir så lata att mjölkningsfrekvensen sjunker. Vid denna studies början hade problemet inte studerats i kontrollerade försök och även om man nyligen genomfört försök (Driscoll, 2017) så saknas det fortfarande tillräckligt med forskning. Det är oklart om skälet bakom en låg mjölkningsfrekvens faktiskt beror på en stor andel kraftfoder i fodermixen och om det finns skillnader mellan kornas respons i stall med olika kotrafiksystem. Även vid separat utfodring när enbart ensilage utfodras på foderbordet upplever en del lantbrukare att när ensilaget har ett högt näringsinnehåll, dvs. är ett för "bra" ensilage blir korna lata och går inte till mjölkning tillräckligt ofta.

Syfte

Syftet med det här försöket var att undersöka hur blandfodrets sammansättning påverkar den frivilliga mjölkningsfrekvensen på gårdar med AMS. Arbetet syftade till att testa följande hypotes:

- När blandfodret på en gård förändras så att det innehåller en högre andel av stärkelse plus andra lättlösliga kolhydrater (s.k. restkolhydrater) i förhållande till andelen fiber (neutral detergent fiber, NDF) minskar den frivilliga mjölkningsfrekvensen.

Stärkelse och restkolhydrater dividerat med NDF kallas ”Robotkvoten”, kvoten beräknas på foderblandningen och används i praktiken av produktionsrådgivare på rådgivningsföretaget ”VÄXA Sverige”. Uppfattningen är att kotrafiken påverkas av blandfodrets robotkvot.

Litteraturstudie

Automatisk Mjölkning

Automatisk mjölkning (AM) eller robotmjölkning är när alla moment av mjölkningen är automatiserade. I litteraturen förekommer även begreppet automatiska mjölkningssystem (AMS) som i de flesta fall är liktydigt med AM. Båda begreppen används frekvent för att beskriva system med robotmjölkning. I Nederländerna lanserades den första AMSen 1992 och 2003 fanns det 2200 gårdar med AMS i världen (Koning & Rodenburg, 2004). Antalet AMS-besättningar i Sverige har ökat stadigt sedan de introducerades i Sverige 1996. År 2006 var det ca 400 besättningar och 2012 fanns det ca 1000 AMS besättningar i Sverige vilket motsvarade 28 % av all invägd mjölk (Landin & Gyllenswärd, 2012). I slutet av 2012 fanns det ca 1100 AMS besättningar i Sverige vilka levererade 33 % av all invägd mjölk (Landin, 2014).

En mjölkningsenhet kan teoretiskt mjölka 55-60 kor ca tre gånger om dagen (Koning & Rodenburg, 2004). Det verkliga antalet mjölkningar per ko kan variera i praktiken beroende på antalet kor i gruppen, tiden det tar att mjölka varje ko, tiden som går åt till disk, kotrafiken i stallen och vilka övriga rutiner och målsättningar lantbrukaren har. Till skillnad från konventionell mjölkning, där flera kor mjölkas samtidigt, kan roboten bara mjölka en ko åt gången. Detta innebär att korna kommer en och en till ett bås där roboten är installerad och uppkopplad och där blir korna mjölkade. För att alla korna skall hinna mjölkas minst två gånger under ett dygn mjölkas korna dygnet runt när de själva söker upp roboten. Det innebär att korna i stor utsträckning själva styr när de vill vila, äta och bli mjölkade. Förutsättningen för AMS är att korna är motiverade att gå till mjölkning. Därför utfodras kraftfoder (koncentrat/färdigfoder eller spannmål) under mjölkning, antingen i större mängd som en viktig del av foderstaten eller i mindre mängd som lockgiva. Eftersom kon gärna äter kraftfoder så blir hon mer motiverad att gå frivilligt till mjölkning (Prescott et al., 1998).

Vid automatiseringen av mjölkningen behöver människans övervakning ersättas av tekniska hjälpmedel. Därför sker en identifiering av kon med hjälp av en transponder. Sensorer är kopplade till AMSen och med hjälp av dem övervakas mjölkningsprocessen, bl.a. registreras om mjölken ändrar utseende/färg. Informationen registreras och lagras i en databas. Övervakningslistor med varningar skapas vilka lantbrukaren regelbundet kontrollerar. Lantbrukaren ställer också in hur ofta korna får tillgång till att bli mjölkade (mjölkningstillstånd). Antalet gånger kon har mjölkats kallas mjölkningsfrekvens. Mjölkningsintervall är hur lång tid det är mellan mjölkningar. I genomsnitt brukar mjölkningsfrekvensen vara 2,5-3 gånger per dag i länder med hög avkastningsnivå men med stora skillnader mellan individer och gårdar (Koning & Rodenburg, 2004; Landin & Gyllenswärd, 2012). Med mjölkningstillstånden kan lantbrukaren lätt reglera så att kor med låg avkastning inte mjölkas för ofta. Det är svårare att styra kor som sällan kommer till mjölkning och har för långa mjölkningsintervall. De kor som självmant inte gått till

mjölkning måste lantbrukaren manuellt hämta till roboten. Oftast hämtar lantbrukaren kor två gånger per dag (Koning & Rodenburg, 2004).

Skälet till att köpa AMS är främst att det ger lantbrukarna större flexibilitet (inte vara bunden till mjölkningstider etc.) och minskat behov av arbetskraft då mjölkningen sker automatiskt. Behovet av arbetskraft minskas vid införande av AMS (Rodenburg, 2002).

Styrd eller fri kotrafik

Kotrafiken i en ladugård med mjölkningsrobot är antingen styrd eller fri. I ett fritt system (så kallad fri kotrafik) är det inga grindar mellan utfodringsområdet och liggavdelningen, utan korna kan välja att antingen gå och mjölkas, gå till foderbordet eller lägga sig i liggbåsen. I ett styrt system finns grindar mellan foderavdelningen och liggbåsen. På så vis styrs korna till mjölkning när de passerar grindarna för att leta föda. Varje gång korna passerar grinden för att gå och äta eller vila så styrs de till mjölkning om de inte nyligen har blivit mjölkade. Då dirigeras de till en fålla före roboten (väntfålla) där de väntar på sin tur att bli mjölkade. Efter mjölkning kan korna gå till foderavdelningen eller till liggavdelningen.

När de första robotarna lanserades var kotrafiken styrd ("guided cow traffic") och byggde på ett system utan selektionsgrindar. När korna gick från liggavdelningen till foderavdelningen tvingades de att passera roboten där de blev identifierade och mjölkade. De kor som nyligen hade mjölkats släpptes vidare direkt till foderavdelningen. Alla korna var därmed tvungna att passera roboten när de skulle äta och detta system förekom även i försöksladugårdar. I vetenskaplig litteratur från den tiden förekom det statistik över totala antalet gånger som korna hade passerat AMS och antalet mjölkningar (Ketelaar de Lauwere *et al.*, 1999; 2002) medan i andra fall noterades bara antalet mjölkningar per dag utan att nämna det totala antalet besök i mjölkningssenheten (Spörndly & Wredle, 2004).

Under en övergångsperiod omnämndes styrda system med selektionsgrind ofta för semi-styrda system eller halvstyrda system ("selectively guided cow traffic"). Avsaknaden av selektionsgrind i äldre styrda system är en viktig aspekt att ta hänsyn till när äldre försöksresultat diskuteras. Numera har nästan alla styrda system en selektionsgrind. Detta medför att roboten då utnyttjas mer effektivt och det medför minskad kö-bildning framför roboten eftersom kor som inte har mjölkningstillstånd styrs bort (Harms *et al.* 2002; Forsberg, 2008).

Det finns numera två varianter av styrd trafik med selektionsgrind, milk-first och feed-first[®]. Milk-first innebär att korna som har vistats i liggavdelningen måste passera en grind på väg till foderavdelningen. Vid grinden selekteras de kor som inte har mjölkats på ett visst antal timmar (dvs. kor som har mjölkningstillstånd), och dessa kor blir först styrda till roboten för mjölkning och därefter dirigeras de till foderavdelningen. De kor som nyligen mjölkats kan passera direkt till foderbordet. Vid feed-first[®] (patenterat av tillverkaren DeLaval) kan korna gå direkt från liggbåsen till foderbordet men när de åter söker sig till liggavdelningen passerar de en selektionsgrind där alla kor med mjölkningstillstånd blir styrda till mjölkning. Utsorteringen av kor som skall mjölkas sker i detta system efter korna har ätit och när de är på väg till liggbåsen, därav namnet "feed first" (Rodriguez, 2012). Enligt Rodriguez (2012) får det bara vara lite kraftfoder i fodret på foderbordet, eller enbart ensilage, för att korna ska vilja gå därifrån och självmant gå till mjölkningssenheten.

I ett fritt system har de flesta lantbrukare möjlighet att stänga in de kor som inte frivilligt gått till mjölkning i ett område runt roboten, varifrån de släpps ut när de har mjölkats. I ett fritt

system kan en grupp vara upp till 150 kor om de har tillgång till två robotar. Det gäller att korna är tränade till att använda båda robotarna annars använder de bara roboten de har blivit tränade till att använda (Rodenburg, 2002). Det fria systemet har lägst investeringskostnader men lantbrukaren kan få hämta uppemot 15 % av korna. Det styrda systemet kräver inte lika mycket manuella hämtningar (Rodriguez, 2012).

I ett försök av Harms *et al.* (2002) som presenterades vid en konferens i Canada jämfördes tre system: fri, styrd och halvstyrd trafik. Slutsatsen var att i båda typerna av styrd trafik spenderade korna mer tid med att stå och vänta. Däremot var det bara det helt styrda systemet som medförde fler besök till roboten vilka inte resulterade i mjölkning. Det fria systemet hade en något lägre mjölkningsfrekvens (2,3 mjölkningar per dag) jämfört med de båda styrda systemen som båda hade en mjölkningsfrekvens på 2,6, en skillnad som var signifikant. Antalet gånger per dag som kor behövde hämtas till mjölkning var signifikant högre i det fria systemet än i de båda styrda systemen. En betydande skillnad erhöles också i antalet måltider (definierat som >10 min mellan tillfällen för foderintag) per dag. I det fria systemet var det 8,9 måltider per dag, 6,6 i det helt styrda systemet och 7,4 måltider per dag i det halvstyrda systemet. Detta återspeglades i grovfoderintaget som var signifikant lägre (16,1 kg TS/dag) i det helt styrda systemet jämfört med det fria och halvstyrda systemet där korna hade ca 1 kg TS högre grovfoderintag per dag. Definitionen på antalet måltider i studien kan givetvis påverka resultatet men det viktiga är ändå att de olika systemen medförde signifikanta skillnader i foderintag. Även Forsberg (2008) fann att korna som gick i styrda system spenderade mer tid med att vänta i kö jämfört med kor i fria system och antalet måltider var lägre. Däremot var antalet hämtade kor högre i det fria systemet och mjölkningsfrekvensen var lägre.

En vanlig utslagsorsak för mjölkkor inhysta i AMS system är att de inte tillräckligt ofta frivilligt går till roboten för att bli mjölkade (låg mjölkningsfrekvens) (Østergaard *et al.*, 2002). I ett försök av Bach *et al.* (2009) där styrt system jämfördes med fritt system visade det sig att det styrda systemet var mjölkningsfrekvensen högre än i det fria systemet (2,5 mjölkningar per dag respektive 2,2 mjölkningar per dag). Dessutom var hämtningarna (de "lata korna") färre i ett styrt system jämfört med ett fritt system (0,1 hämtningar per ko och dag resp. 0,5 hämtningar per ko och dag). I dessa system spenderade korna totalt sett lika mycket tid med att äta - i ett styrt system åt de längre tid per mål men färre gånger per dag.

En annan studie av Melin *et al.* (2007) visade att grovfoderintaget (beräknat i TS) och idisslingstiden ökade för kor i fritt system jämfört med kor inhysta i ett semi-styrt och ett styrt system. I det delvis fria systemet passerade korna en selektionsgrind som styrde alla kor med mer än 5 timmar sedan senaste mjölkning till väntfållan. I det fria systemet åt korna mer grovfoder och idisslingstiden var signifikant längre jämfört med styrt och delvis styrt system. I det delvis styrda systemet åt kor med en hög social rang 2,8 kg mer kraftfoder än kor med låg social rang.

Det finns ett negativt samband mellan tiden som spenderas med att vänta på att få komma in till mjölkningsroboten och mjölkningsfrekvensen oavsett system. I ett styrt system hade ättiden ett positivt samband med mjölkningsfrekvensen (Munksgaard *et al.*, 2011).

Kotrafik och mjölkningsfrekvens

Mjölkningsfrekvensen styrs i hög grad av mjölkningstillståndet i roboten. Om kon inte har tillstånd att mjölkas sorteras hon inte in till väntfållan i ett styrt system, i ett fritt system avvisas kon ut ur roboten. I ett försök av Melin *et al.* (2005) testades tillståndets inverkan på

mjölkningsfrekvensen. Då mjölkningstillståndet var inställt på var 4:e timme (max 6 gånger per dag) var mjölkningsfrekvensen 3,2 mjölkningar per dag. De kor som hade mjölkningstillstånd var åttonde timme (max 3 gånger per dygn) mjölkades i snitt 2,3 gånger per dag, vilket även visar att de inte utnyttjar alla gånger de har mjölkningstillstånd.

De två stora mjölkrobottillverkarna som säljer systemet i Sverige är DeLaval och Lely. Av alla AMSbesättningar inom VÄXA Sveriges område 2012 hade 64,2 % DeLaval, 34,3 % Lely och 1,5 % övriga fabrikat (VÄXA Sverige, 2012). Då Lely och DeLaval konkurrerar om patenten för olika funktioner både på mjukvaror och hårdvaror till robotarna så är det en hel del skillnader mellan fabrikaten.

DeLaval har patent på mjölkningstillstånd grundat på tid, det vill säga på antalet timmar sedan korna mjölkades sist (mjölkningsintervallet) (Domstolsverket, 2011). DeLavals mjölkningstillstånd är baserat på tid och avkastningsnivå. En lista visar vilka kor som har tillstånd (markerade gula) och vilka som är sena där det har gått över 12 timmar sedan senaste mjölkning (markerade röda) (DeLaval, 2015).

Lelys mjölkningstillstånd är uppbyggt av antal dagar i laktation, minsta förväntade mjölmängd och minimum respektive maximum antal mjölkningar per dag. Man kan till exempel göra inställningen att en ko som är i början av laktationen (0-150 dagar i laktationen) med en förväntad mjölmängd på 9 kg ECM per mjölkningstillfälle får mjölkas mellan 4 och 5 gånger per dygn. Det betyder att en ko som är 60 dagar inne i laktationen och mjölkar 34 liter per dag, har tillstånd $34/9=3,8$ gånger per dag. Då minimum är 4 gånger per dygn får den det tillståndet. Om samma ko mjölkade 54 liter per dygn, kan den bli mjölkad $54/9=6$ gånger per dygn, men då max ligger på 5 gånger per dygn så blir tillståndet 5 gånger per dygn. För att veta vilka kor som är sena till mjölkning finns en sena-ko-lista uppbyggd med ett index som tar hänsyn till antal laktationsdagar, förväntad mjölkavkastning och hur lång tid som har gått sedan senaste mjölkning. Vid ett index över 200 är det rekommenderat att manuellt hämta korna (personligt meddelande, Anna Jarander, Lely, 2015).

Enligt Munksgaard *et al.* (2011) innebär en ökning i antal extra besök i mjölkningsenheten (de gånger korna passerar mjölkningsenheten utöver de gånger de mjölkas dvs. då de inte har tillstånd) även en ökning i mjölkningsfrekvensen. I ett gårdsförsök av Beck (2014) med nio gårdar med fri kotrafik visades att två extra besök ökade mjölkningsfrekvensen, men att mer än två extra besök inte ökade mjölkningsfrekvensen. De kor som stod för flest extra besök i roboten var lågavkastade. På gårdar där korna utfodrades höga kraftfodergivor i mjölkningsenheten var det fler extra besök i roboten, antagligen på grund av att kraftfoder ligger kvar i roboten och äts upp vid de extra besöken innan avvisning sker.

Laktationsnummer påverkar även mjölkningsfrekvensen, förstakalvare har högre mjölkningsfrekvens än kor med två eller fler laktationer (2,6 - 3,5 mjölkningar per dag jämfört med 2,5 - 2,9 mjölkningar per dag), dock är avkastningen lägre hos 1:a kalvare (26 kg/dag jämfört med 29,4 kg per dag). En förstakalvare har en senare topp i laktationen, tredje laktationsmånaden, jämfört med en äldre ko som har sin topp i andra laktationsmånaden (Spolders *et al.*, 2004). Även försöket av Bach *et al.* (2009) visar att förstakalvarna hade fler frivilliga mjölkningar och färre hämtningar än kor som har fler laktationer, men trots att de hade en högre mjölkningsfrekvens så hade de inte en högre mjölkavkastning.

I en fältstudie av Beck (2014) med nio gårdar så brukade de flesta lantbrukare hämta kor som inte frivilligt hade kommit till mjölkning efter i genomsnitt 13 timmar (från 10-20 timmar),

oftast två gånger per dag. Antalet hämtningar per dag hade ett samband med hur mycket inaktiv tid roboten har (inaktiv tid/ mjölkningsfri tid), dvs. tid roboten står stilla och inte används till mjölkning. Denna tid har ett samband med hur många kor som mjölkas i roboten. Korna hämtades i genomsnitt 2,1 % av alla mjölkningar på gårdar som hade mer än 11 % mjölkningsfri tid i roboten och 5 % av alla mjölkningar var hämtningar på gårdar med mindre än 11 % mjölkningsfri tid. Det fanns dock ett undantag, en gård som hade mer mjölkningsfri tid än 11 % hade ändå ett högt värde (8 %) på antalet hämtade kor av totalt antal mjölkningar. Studien visade även ett samband mellan antalet kor som mjölkas i roboten och antalet ofrivilliga mjölkningar (dvs. mjölkningar där kor som måste hämtas). Det genomsnittliga antalet kor per mjölkningsrobot i studien var 53 (lägst 40, högst 63). På de gårdar där det var över 60 kor/mjölkningsrobot hämtades tre gånger så många kor.

Utfodring i AMS

Individuell utfodring innebär att korna blir utfodrade med ensilage på foderbordet, spannmål och eller koncentrat/färdigfoder i foderautomater och koncentrat/färdigfoder i mjölkningsroboten. Blandfoder betyder att det är blandning av olika foderkomponenter på foderbordet men att en del av fodergivningen ges individuellt i roboten och/eller i foderautomater. Fullfoder innebär att alla foderkomponenter blandas tillsammans och ges på foderbordet. När fullfoder ges i ett stall med AMS så får korna i de flesta fall även en mindre lockgiva i mjölkningsroboten (Isacson, 2003). Om det enbart handlar om en mindre lockgiva talar man då ofta ändå om fullfoder trots att en liten del av fodret ges separat.

I AMSen finns det möjlighet att utfodra kon med pelleterat färdigfoder under mjölkningen, vilket fungerar som en lockgiva men ger även möjlighet till viss individutfodring i ett fritt system utan foderautomater. En giva på 0,5 kg kraftfoder i AMSen minskade signifikant tiden korna spenderade i väntfällan innan mjölkning. Försöket gjordes på en gård med en AMS karusell med 16 platser, där de jämförde att ha en lockgiva i roboten jämfört med ingen giva i roboten. Förstakalvare spenderade minst tid i väntfällan, oavsett giva, jämfört med äldre kor. De kor som var i början av sin laktation (<100 DIM) spenderade längre tid i väntfällan än de som var i sen laktation (>200 DIM). De kor som hade högst avkastning spenderade mindre tid i väntfällan än de med låg avkastning (Scott *et al.*, 2014). I ett 90 dagar långt cross-over försök med 150 kor fick korna antingen 3 kg kraftfoder per dag eller 8 kg kraftfoder per dag i roboten, med blandfoder (majsensilage och alfalfa hö) på foderbordet i ett fritt system (Bach *et al.*, 2007). Varken mjölkavkastningen, antalet mjölkningar per dag eller antalet frivilliga mjölkningar påverkades av om korna fick 3 eller 8 kg kraftfoder i roboten.

Vid utfodring av högproducerande Holsteinkor producerade de 33 % mindre mjölk och hade 0,19 % mindre protein i mjölken vid kraftigt vårbete utan tilläggsutfodring jämfört med fullfoder. På bete var det mängden energi och inte protein som var den begränsande faktorn (Kolver & Muller, 1998). I ett försök av Charlton *et al.* (2011) där korna kunde välja mellan en fullfoderblandning utfodrad inomhus eller gå ut på bete, valde dubbelt så många kor fullfoderblandningen. Främst kor med hög avkastning valde fullfoderblandningen, vilket kan bero på att det är svårt att tillgodose deras energibehov på bete. Fullfoderblandningens komposition, med ca 22 % kraftfoder i mixen, kan ha påverkat resultatet. I ett försök av Bargo *et al.* (2002) jämfördes tre foderstater, enbart fullfoder, fullfoder tillsammans med bete och bete med kraftfoder. Korna med foderstaten med enbart fullfoder åt mest kg torrs substans (TS), 26,7 kg TS per dag, därefter var det korna med foderstaten fullfoder och bete vilka åt 25,2 kg TS och minst åt korna på bete med tillgång till kraftfoder (21,6 kg TS). Korna med enbart fullfoder hade 19 % högre avkastning än korna som fick fullfoder med tillgång till bete och 33 % högre än korna på bete med tillgång till kraftfoder.

Utfodringsfrekvens och tillgången på foder är viktig för kornas foderintag. Isacson (2003) utförde en enkätundersökning med 48 lantbrukare där lantbrukarna uppgav att målsättningen var att korna alltid skulle ha fri tillgång till blandningen på foderbordet. Rådgivare brukar lägga målsättningen vid en överutfodring på 10 %. Dock uppgav lantbrukarna att de oftast överutfodrade med 15-20 %. I snitt var det en utfodringsfrekvens på 2,36 gånger per dag. I ett försök av Mäntysaari *et al.* (2006) jämfördes utfodring en gång per dag med fem gånger per dag. Vid utfodring en gång per dag hade korna två toppar i ätandet jämfört med fem gånger per dag då de åt mer jämnt över dagen. Korna åt mest när de blev utfodrade två gånger per dag. De utfodrades en fullfodermix med 51 % kraftfoder och ensilage med 5 % överutfodring. Resultatet visade att äldre kor åt mer vid utfodring en gång per dag men spenderade kortare tid med att äta. Förstakalvare påverkades inte alls av hur ofta de utfodrades, vilket kan bero på att förstakalvare har lägre avkastning och inte lika stor intagningskapacitet.

I ett stort gårdsförsök med 22 gårdar i Kanada (Sova *et al.*, 2013) ökade torrsubstansintaget med 1,42 kg TS per dag när utfodringen ökade från en gång till två gånger per dag, även mjölkavkastningen ökade med 2,01 kg per ko och dag. En ökad utfodringsfrekvens minskade sorterings-beteendet hos korna. Det var bara stora partiklar som sorterades bort av korna (längre än 19 mm), däremot sorterades inte partiklar av medellängd (8mm-19mm) eller små partiklar (1,18mm – 8 mm) bort.

En enkätundersökning av Isacson (2003) med 48 lantbrukare, som utfodrade med fullfoder eller blandfoder, visade att lantbrukarna hade i genomsnitt 8 foderkomponenter i blandningen. Alla använde gräsensilage och två tredjedelar blandade inköpt kraftfoder i blandningen. Det beräknade receptet på foderblandningen brukar inte överensstämja med den verkliga blandningen. En studie av Sova *et al.*, (2014) visade att det var större variation mellan receptet och den verkliga blandningen än vad det var i variation från dag till dag. Den största variationen av komponenterna i foderblandningen var innehållet av mineraler.

Blandfoder kan innehålla väldigt olika foderkomponenter och ibland tillsätts vatten för att sänka torrsubstansen i blandningen. Ett försök av Felton och DeVries (2010) visade att vid tillsatts av vatten i foderblandningen, så att torrsubstansen blev lägre, höjdes temperaturen i blandningen vilket kan försämra blandningens hygieniska kvalitet och hållbarhet. I detta försök medförde ett högre innehåll av vatten att kornas utsortering av de större partiklarna ökade. Det finns ytterligare ett försök genomfört av Miller-Cushon & DeVries (2009) där de fann att en lägre TS halt i mixen ökade kornas utsortering och minskade deras foderintag. Det finns även en stor skillnad mellan lantbrukare i hur noga de justerar mängderna av foderkomponenterna i blandningen utefter vilken torrsubstanshalt komponenterna har. Av 48 lantbrukare svarade 72,9 % att de aldrig testade TS-halten i blandningen medan 8,3 % testade TS-halten dagligen (Isacson, 2003).

Det finns väldigt lite studier på hur foderblandningen ska vara sammansatt. I en *in vitro* studie av Boguhn *et al.* (2006) med 16 olika fullfoderblandningar visade resultatet att mer råprotein i blandningen ökade fermentationen av organisk massa. Fullfoderblandningarna lades i påsar och sänktes ner i en artificiell vom med vommikrober tagna från får, därefter mättes förändring i kväveinnehållet. Det var bara råprotein som påverkade fermentationen av organisk massa i vommen och en högre råproteinhalt medförde en signifikant ökning av fermentationen. Resultatet av ett sådant försök påverkas givetvis i viss utsträckning av sammansättningen av vätskan i den artificiella vommen samt av foderstaten hos fåren från

vilka vommikroberna hämtades.

Med tanke på att korna oftast har fri tillgång på blandfoder är gruppering viktigt för att anpassa foderblandningen efter kornas behov. Den vanligaste grupperingen är att ha en grupp för kor i laktation och en för kor i sin. Det finns även de som grupperar korna efter avkastningsnivå och juverhälsoklass (Isacson, 2003).

Kotrafik kopplat till utfodring

I en intervjustudie med 11 gårdar framkom att hälften av lantbrukarna hämtar kor när det har gått för lång tid sedan senaste mjölkning (Cederholm, 2014). Det var endast ett fåtal lantbrukare som aldrig hämtade kor förutom vid misslyckade mjölkningar (då AMS inte lyckades hitta spenar, eller att det tog för lång tid). I undersökningen angav lantbrukarna att det var ovanligt att de ändrade i receptet på blandningen på grund av kotrafiken.

Det finns väldigt lite studier om hur kotrafiken och mjölkningsfrekvensen påverkas av tillgängligt foder. I ett försök av Halachmi *et al.* (2009) testades två olika foderpellets, utfodrade i mjölkningsroboten. Ena var pellets som innehöll 53 % spannmål och det andra innehöll 29 % spannmål och även soja och gluten, där den senare pelletsblandningen ökade avkastningen men inte mjölkningsfrekvensen.

I ett försök av Madsen *et al.* (2010) studerades hur sammansättningen av det kraftfoder som gavs vid mjölkning i AMSen påverkade antalet frivilliga mjölkningar. Studien utfördes på 30 kor i ett fritt system. De testade 6 olika pelletssorter som jämfördes med en standard sort. Resultatet visade att sammansättningen av färdigkraftfoder påverkade kotrafiken. En pellets av torkat gräs minskade antalet mjölkningar med 0,93 mjölkningar per ko och dag. En pellets baserad på havre och vete hade störst positiv effekt med en ökning av 0,35 mjölkningar per ko och dag.

På den första Nordamerikanska robotmjölkningsskonferensen 20-22 mars 2002, redovisade Rodenburg och Wheeler (2002) erfarenheter från en gård ("case study") som illustrerade betydelsen av vilken typ av kraftfoder som erbjöds i roboten vid mjölkning. På gården hade en typ av pellets med lägre näringsinnehåll ersatts med en typ med en högre koncentration av protein (22 % jämfört med 24 %), högre energi (1,96 jämfört med 1,56 Mcal/kg) och högre smältbarhet 96 % jämfört med 65 %. Pelletsorten med hög smältbarhet ökade mjölkningsfrekvensen och minskade antalet "lata kor" från 27,3 % till 12,7 %. Detta var dock bara erfarenheter från en gård och data från de övriga 9 gårdarna i studien kunde inte visa på något tydligt samband mellan den frivilliga mjölkningsfrekvensen och mängd kraftfoder som gavs i mjölkningseenheten eller smakligheten på kraftfodret som erbjöds där. Däremot visade data från samma fältstudie att en blandning med hög energi och lite ensilage i blandningen av ensilage och kraftfoder på foderbordet (TMR eller PMR) gav färre frivilliga mjölkningar. Gårdar med mer än 1,66 Mcal/kg TS nettoenergi per laktation (Nel) eller mer än 48 % kraftfoder hade färre frivilliga mjölkningar. Ökad protein giva i blandningen hade positiv inverkan på antalet frivilliga mjölkningar. Även en ökad utfodringsfrekvens minskade antalet kor som behövde hämtas till mjölkning.

I ett svenskt försök (Driscoll, 2017) med 38 kor (27 SRB 11 Holstein), varav ca 25 % var förstakalvare, jämfördes blandfoder med separat utfodring i ett stall med fri kotrafik och AMS. Korna i båda grupperna utfodrades efter reglerna för ekologisk produktion (KRAV, 2017), där kor under de tre första laktationsmånaderna kan utfodras med 50 % kraftfoder och därefter med 40 % kraftfoder på TS-basis i totalfoderstaten. Gruppen med blandfoder hade en

mix med 35 % krossat kraftfoder och 65 % ensilage och resterande mängd kraftfoder utfodrades i mjölkningsroboten. Gruppen med separat utfodring fick enbart ensilage på foderbordet och fick sitt kraftfoder fördelat mellan kraftfoderautomater och mjölkningsrobot, totalt samma andel kraftfoder som gruppen med blandfoder fick i mixen. Korna utfodrades med blandfoder och ensilage i grovfodertråg med våg så att kons individuella foderintag av blandfoder och ensilage kunde registreras. Två gånger i veckan beräknades kornas intag av ensilage och därefter justerades kraftfodergivorna till korna så att förhållandet mellan grovfoder och kraftfoder bibehölls enligt KRAVs regler under hela försöket oavsett foderintag. Det innebar dock att kornas kraftfodergiva inte beräknades efter avkastning utan efter grovfoderintag. Resultatet av försöket visade att gruppen som utfodrades blandfoder hade signifikant högre genomsnittligt totalt foderintag med 26,8 kg TS per ko och dag jämfört med gruppen som hade separat utfodring och som hade ett foderintag på 24 kg TS per ko och dag. Gruppen som fick blandfoder hade en mjölkningsfrekvens på 2,6 mjölkningar per ko och dag vilket var signifikant högre än gruppen som utfodrades separat och som hade en mjölkningsfrekvens på 2,3 mjölkningar per dag. Korna som utfodrades med blandfoder hade även signifikant fler frivilliga mjölkningar jämfört med korna som fick separat utfodring. I gruppen med blandfoder var kornas genomsnittliga totala kraftfoderintag 11,3 kg TS fördelat på 7,9 kg TS i blandningen och 3,4 kg TS i mjölkningsroboten. I gruppen med separat utfodring var kornas genomsnittliga kraftfoderintag 10,1 kg TS per ko och dag varav de konsumerade 2,9 kg TS kraftfoder i mjölkningsroboten och resterande mängd i kraftfoderautomaterna. Detta innebär att 71 % av kraftfodret i den gruppen utfodrades i kraftfoderautomaterna. Det är möjligt att fördelning av mängden kraftfoder mellan mjölkningsrobot och kraftfoderstationer kan ha påverkat kotrafiken negativt. Blandfodergruppen fick rent kraftfoder endast i mjölkningsenheten, vilket också kan ha ökat motivationen att gå och mjölka och bidragit till den högre mjölkningsfrekvensen som registrerades i den gruppen. Trots att blandfodergruppen hade högre mjölkningsfrekvens och foderintag så hade den inte högre avkastning än gruppen med separat utfodring. Ingen ökning i hull eller vikt kunde heller registreras, vilket också var förvånansvärt då ett högre intag i den gruppen borde ha medfört antingen en högre avkastning, eller en högre fettansättning. Det är möjligt att försöket var för kort (10 veckor) för att säkert kunna påvisa hull- och viktförändringar.

Robotkvot och fyllnadsvärde

IndividRAM är ett program som används för foderberäkningar. Det använder sig av en metod kallad NorFor Plan, där foderstaten beräknas efter kons konsumtionsförmåga, energibehov (energi för underhåll, mjölkproduktion och dräktighet) samt fodrets omsättning i mag- och tarmkanalen. Programmet skattar hur mycket kon kan äta, utifrån kons egenskaper och fodrets egenskaper, bland annat dess fyllnadsvärde. Fyllnadsvärdet säger hur mycket fodret fyller vommen och är baserad på smältbarhet, NDF och ensilagens jäsning (innehåll av syror och ammoniak). Kraftfoder har i NorFor fått ett konstant fyllnadsvärde på 0,22 per kg TS. Ökar NDF i foderstaten så ökar fyllnadsvärdet, och då räknar programmet med att kon orkar äta mindre av fodret (Åkerlund, 2008).

Torbjörn Lundborg, produktionsrådgivare på VÄXA Sverige, började 2009 att leta efter samband mellan otillfredsställande kotrafik på gårdar med AM, och de grundfoder/blandfodermixer som erbjöds på foderbordet. Han kontaktade 11 gårdar som upplevde att de varit missnöjda med kotrafiken, och som efter ändring i foderblandningen ansåg att de hade fått en förbättrad kotrafik. Han fick uppgifter om hur foderblandningen var före och efter förändringen. Vid beräkning av dessa foderstater, så var det inga enskilda foderstatskontroller eller parametrar som såg ut att ha tydliga samband med kotrafiken. Därför funderade han på

om det fanns ett samspel mellan olika parametrar som kunde ge en bättre förklaring till de förändringar i kotrafiken som mjölkproducenterna rapporterade. Bakgrunden var att producenterna rapporterade att vid mer inblandning av halm i blandningen och/eller en nedjustering av kraftfoder andelen (främst spannmål) förbättrades kotrafiken. Därför började han först att titta på sambandet mellan stärkelse och NDF, men det förklarade inte varför gårdar med utfodring av enbart ensilage fått sämre kotrafik vid byte av skörd. NDF nivåerna i ett baljrikt ensilage kan ligga lågt i NDF och kotrafiken kan ändå fungera, medan NDF nivåerna i en första skörd med mer gräs kan ha en högre NDF nivå och ge sämre kotrafik. En tidigt skördad första skörd med mer gräs kan dock innehålla mycket restkolhydrater, som kan ge snabb energi, till exempel i form av socker. Därför valde han att lägga in restkolhydrater i bedömningen. "Kvoten" bestod av (stärkelse+restkolhydrater)/NDF. Enligt rådgivningen skall kvoten helst ligga under 0,6 för ge en god kotrafik (Personligt meddelande Torbjörn Lundborg, 2014). Kvoten blev kallad "Robotkvot" och 2011 lades den in som en valbar parameter i foderberäkningsverktyget Typfoder5 och IndividRAM5, under parametertyp andra kolhydrater och är namngiven Stä+Rest/NDF (Personligt meddelande Torbjörn Lundborg, 2014). Foderrådgivare har ombetts stämma av kvoten på gårdar med robotmjölkning i samband med uppföljningar av kotrafiken, för att samla på sig mer erfarenhet. Det finns foderrådgivare på VÄXA som kontrollerar och stämmer av robotkvoten vid beräkning av foderblandningar (Landin, 2014), dock finns ingen forskning bakom framtagandet av kvoten eller huruvida den fungerar.

Material och metoder

Studien genomfördes på 11 mjölkgårdar med AMS. Geografiskt var gårdarna fördelade över tre olika län, fyra låg i Västra Götaland, sju i Gävleborg och en i Västernorrland. På en av gårdarna i Västra Götaland hade mycket störningar inträffat under försöket och den gården (nr 3) fick därför uteslutas ur den slutliga statistiska analysen som därmed omfattade 11 gårdar. En del grundläggande förutsättningar vad gäller stallens rutiner och kotrafiksystem på gårdarna i studien redovisas i tabell 1 medan förutsättningar vad gäller korna, deras ålder, laktationsstadium, ras o.s.v. redovisas i tabell 2.

Tabell 1. Beskrivning av skötselrutiner, kotrafik och utrustning på gårdarna i studien.

Gård ¹	Lely/DeLaval	Styrd/Fri	Antal robotar	Robot/grupp	Foderautomat	Eko	Utfodrings frekvens
1	DeLaval	Fri	1	1	Ja	Ja	9
2	DeLaval	Milk first	1	1	Nej	Ja	12
4	Lely	Fri	4	1	Nej(en grupp) ²	Nej	8
5	Lely	Fri	4	2	Nej	Nej	8
6	Lely	Fri	1	1	Nej	Nej	9
7	Lely	Fri	1	1	Nej	Ja	8
8	DeLaval	Milk first	1	1	Nej	Ja	8
9	Lely	Fri	2	2	Nej	Nej	2
10	Lely	Fri	2	2	Nej	Nej	2
11	Lely	Fri	1	1	Nej	Nej	8
12	DeLaval	Milk first	1	1	Ja	Nej	8

¹Gård nr 3 utgick ur studien. ² En av grupperna hade foderautomat

Tabell 2. Grundläggande data om koantal, laktationsstadium (Lakt.nr) vid försökets början (DIM), laktationsnummer, ålder och ras, medelvärden för varje gård i studien.

Gård ¹	Antal kor i robot		DIM			Lakt nr	Ålder	Ras, % i besättningen		
	Period 1	Period 2	Min	Medel	Max	Medel	Medel	SLB	SRB	Bländras
1	70	68	25	198	536	2,3	4,3	100	0	0
2	74	74	25	183	479	2,4	4,9	100	0	0
4	51	50	6	187	1115	2,0	3,2	47	45	8
5	63	62	13	167	932	2,2	3,4	40	9	51
6	68	63	14	151	1075	2,5	4,0	34	17	49
7	68	68	11	162	379	2,2	3,5	55	43	2
8	61	59	11	235	638	2,4	4,3	52	48	0
9	47	48	10	156	539	2,1	3,3	65	4	31
10	59	60	10	176	610	2,5	4,3	61	34	5
11	64	62	30	142	371	2,4	3,7	56	2	42
12	68	69	15	181	505	1,9	3,7	24	12	64

¹Gård nr 3 utgick ur studien.

Fokus för studien har varit att studera sambandet mellan den frivilliga mjölkkningsfrekvensen och foderblandningens sammansättning på gårdar med automatisk mjölkning. Den frivilliga mjölkkningsfrekvensen definieras i denna studie som den totala mjölkkningsfrekvensen minus ofrivilliga mjölkningar, d.v.s. de mjölkningar då kon har blivit hämtad till mjölkning. Eftersom mjölkkningsfrekvensen har ett nära samband med mjölkavkastningen så har även sambandet mellan foderblandningens sammansättning och avkastningen studerats på dessa gårdar.

Försöket var upplagt med två perioder där varje period omfattade två veckor, en veckas anpassning till foderstaten (måttliga förändringar gjordes) och en mätvecka. Första perioden omfattade mätningar på besättningen vid utfodring av sin ordinarie foderstat. Efter denna första period (inklusive mätvecka) gjordes i början av period två en förändring i blandningen beräknat utifrån den s.k. "robotkvoten" d.v.s. blandningens proportioner av (stärkelse+restkolhydrater)/NDF.

Samtliga gårdar i studien hade en foderblandning med grovfoder och kraftfoder/spannmål på foderbordet. Utifrån hur den ordinarie foderstaten var komponerad eftersträvades en förändringen i foderstaten som var antingen en uppjustering eller nedjustering med 0,1 i kvoten till efterföljande period två. På gårdar där den ordinarie utfodringen gav en hög robotkvot fick en nedjustering göras medan en uppjustering av robotkvoten fick göras på gårdar där den ordinarie utfodringen gav en låg robotkvot. Enligt försöksplanen skulle näringsförsörjningen till djuren vara densamma under båda perioderna och försöket syftade enbart till att studera hur sammansättningen av blandfodret på foderbordet påverkade kotrafiken. För att den totala näringsförsörjningen skulle vara så oförändrad som möjligt komprimerades förändringen i blandningen (vid övergång mellan period ett och två) med att antingen minska eller öka givorna i mjölkkningsroboten, om t.ex. förändringen i blandningen var en ökning i energi så minskades givorna i mjölkkningsroboten med motsvarande mängd. Därmed gjordes antagandet att mängden kraftfoder i roboten inte påverkade kotrafiken nämnvärt inom ett visst intervall, vilket baseras på försöksresultat som redovisats tidigare i litteraturstudien (Bach *et al.*, 2007). Undantag vad gäller justeringen av givan i mjölkkningsroboten gjordes för de kor som låg på max vad de kan äta på en dag i mjölkkningsroboten. Dessutom sattes givorna som utfodrades i mjölkkningsroboten lägst till 2 kg kraftfoder eller koncentrat per dag för att säkerställa en viss minsta mängd kraftfoder som

lockgiva för alla kor. Alla foderstater utgick från de foderkomponenter som redan fanns på gården. Varje gård besöktes fyra gånger, varje besök med två veckors intervall.

Besök 1

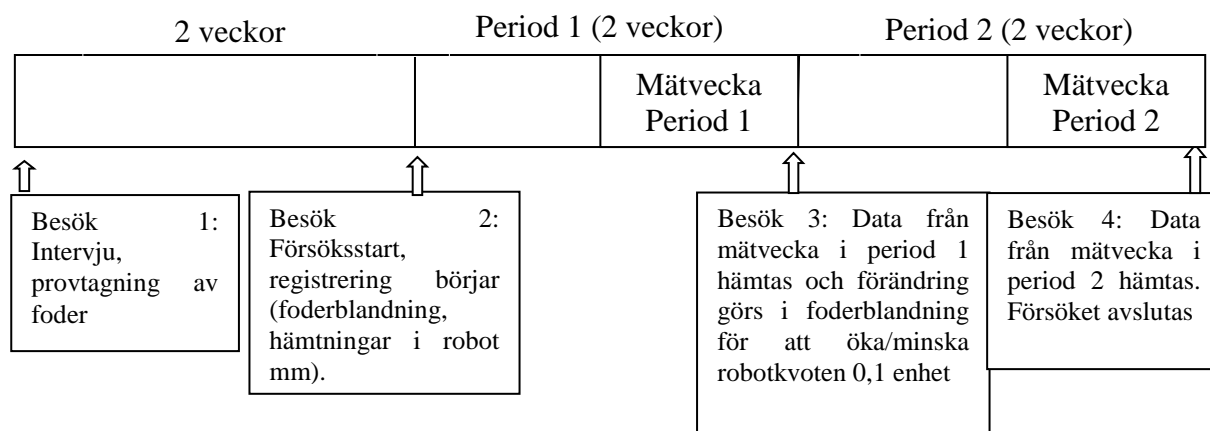
Första besöket på gården genomfördes två veckor innan försöket påbörjades. Vid det besöket togs prover på allt ensilerat fodermedel och skickades till firman BLGG (<http://eurofins-agro.com/sv-se/>) för fullständig analys utan mineraler. Proverna togs med borrh på flera ställen i silon eller limpan. På gårdar med ensilagebalar togs proverna från tre balar olika långt in i skörden. På gård 1-4 togs proverna med BLGGs egen borrh med förlängning, vilket betyder att alla skikt i silon kom med. På de andra gårdarna togs proverna med SLUs borrh som har en förlängning på 120 cm. Då togs flera prover från snittytan och in och något prov uppifrån och ner.

En intervju utfördes med lantbrukaren där frågor ställdes angående deras nuvarande foderstat och hur kogrupperna var indelade. Information om försöket gavs. Lantbrukaren skrev under en fullmakt vilket gav tillstånd att hämta besättningsinformation på VÄXAs databas och för att få ladda ner foderblandningar och analyser i NorFor.

Besök 2

Efter två veckor utfördes besök nummer två, det var då försöket på gården började. Vid det besöket lämnades listor som skulle fyllas i med uppgifter om vilka kor som lantbrukaren hämtade till mjölkning och varför de hämtades (t.ex. lång tid sedan senaste mjölkning, misslyckade mjölkningar, halt, brunst o.s.v.). En lista med störningar och stopp, och en lista där lantbrukaren dagligen fyllde i hur mycket av de olika fodermedlen som ingick i foderblandningen och hur mycket som matades ut. Vid det här tillfället skapades en rapport i mjölkningsroboten med information om varje ko, ålder, laktationsdagar, laktationsnummer, ras, genomsnitt av dagliga grindpasseringar senaste veckan (DeLaval) eller avvisningar (Lely). Rapporten uppdaterades och laddades ner vid besök tre och fyra.

Vid besök 2, 3 och 4 togs torrsubstansprov från de olika ensilerade fodermedlen och torkades för att beräkna torrsubstans (TS). På gårdar som hade balar i blandningen, togs prov från den färdiga blandningen och de andra fodermedlen och sedan beräknades torrsubstansen på balarna. Från och med det här besöket påbörjades period 1 i försöket, med gårdens befintliga foderstat. Andra veckan i varje period räknas som mätvecka se figur 1.



Figur 1. Schematisk bild av försöket och datainsamlingen

Besök 3

Inför detta besök hade beräkningar gjorts på vilken förändring av foderstaten som skulle göras utifrån analysvaren på fodermedlen. Därmed kunde ett nytt recept på foderblandningen tillämpas för att erhålla en förändring av 0,1 i robotkvoten. Den beräknade förändringen var grundad på en förändring i robotkvoten: om de låg över 0,6 i robotkvot skulle förändringen medföra en sänkning med 0,1 och om den befintliga kvoten var under 0,6 skulle den höjas med 0,1. Om mängden energi ökade respektive sänktes i blandningen så sänktes respektive ökade motsvarande mängd kraftfoder i roboten. Övergången till den nya foderstaten skedde under max 3 dagars övergångsutfodring. Varje dag skrevs den utfodrade/blandade mängden upp. På de gårdar där blandningen skedde automatiskt skrevs total utfodrad mängd i kg upp. Vissa hade Keenanvagn (<http://www.keenansystem.com/sv-se/>) som lagrade data över hur mycket av varje fodermedel som blandades in i mixen.

Rapport från roboten laddades ned med medelvärden över trafiken den senaste veckan och information om korna, samt en logg över alla mjölkningar som ägt rum under den senaste veckan. Listorna samlades även in över hämtade kor, störningar och dagsutfodringen. Därefter togs ett nytt torrsubstansprov från alla ensilerade fodermedel.

Besök 4

Rapporter från roboten laddades ned med data från senaste veckans kotrafik och information om korna. Listorna från senaste veckan samlades in och nytt torrsubstansprov togs. Därefter avslutades försöket på gården.

Foderblandningar - sammansättning och utfodrade mängder

Efter besök 2 beräknades gårdarnas aktuella foderstat i NorFor utifrån deras nuvarande recept på blandningen och fodermedelsanalyserna tagna vid besök 1. Det var den uträkningen som låg till grund för beräkning av förändringen (den nya foderstaten) som infördes vid besök 3. Den planerade utfodringen kunde skilja sig från den verkliga utfodring och när försöket var klart beräknades de verkliga foderstaterna ut, baserat på listorna över utfodrade mängder. Data om den faktiskt utfodrade sammansättningen (på torrsubstansbasis) i foderblandningen ligger till grund för de statistiska analyserna som genomförts i studien. Den utfodrade mängden räknades ut genom att ta medelvärdet av mängden foder under veckan, de tagna torrsubstansproverna under samma tid, och sedan dela detta värde med antalet kor på gården. De fodervärden som användes till de statistiska analyserna i SAS är grundade på vad som utfodrades och inte ursprungsreceptet och därför var förändringen mellan de två foderstaterna lite olika på olika gårdar och inte +/- 0,1 i robotkvot såsom var beräknat och planerat.

Eftersom torrsubstansproven togs med två veckors mellanrum, där den sista veckan i perioden är mätvecka, så beräknades TS-värdet under mätperioden utifrån hur många dagar det var mellan provtagningarna och mätveckan (viktat medelvärde) för att försöka få ett så korrekt värde på torrsubstansinnehållet under mätperioden som möjligt.

I IndividRAM (NorFor version 6.13) skrevs det viktade TS innehållet in på varje fodermedel, därefter skapades en foderblandning med vad lantbrukaren hade utfodrat under veckan. Varje fodermedels vikt summerades för hela mätveckan, dividerades med antal dagar, och dividerades med antalet kor taget från rapporten med koinformation (nedladdat i slutet av mätveckan)+antalet övriga kor i gruppen (eventuella sinkor + kvigor).

Varje gård hade olika förutsättningar för att genomföra mätningarna och det var stor skillnad mellan gårdar i deras möjligheter att noggrant registrera sammansättningen av mixen på

foderbordet och hur mycket korna hade förbrukat. På en del gårdar vägdes och registrerades i kg alla komponenter som blandades in i mixen. Även mängden foder som kördes bort vägdes och registrerades. På andra gårdar, däremot, vägdes bara totala kg av blandningen som lades ut på foderbordet dagligen och möjligheter att väga och registrera mängden bortkörda rester saknades. En mer detaljerad beskrivning av noggrannheten i de registreringarna som gjordes på de olika gårdarna presenteras i bilagan, tabell A.

Den utfodrade mängden av varje fodermedel skrevs in i IndividRAM, och fodervariablerna för varje period skrevs upp. I tabell 3 presenteras de fodermedel som användes på varje gård och vilken förändring det blev i foderblandningen mellan perioderna 1 och 2 i verkligheten. Uppgifterna i tabellen är baserade på uppgifter om den faktiska foderblandningen som korna erhöll (utvägda mängder av foderblandningen under studiens gång). I tabellen står mängden av varje fodermedel i kg TS per ko och skillnaden visar hur många kg TS som fodermedlet har minskat eller ökat från period 1 till 2.

Tabell 3. Foderblandningens sammansättning på de olika gårdarna under period 1 och period 2. Den genomsnittliga konsumerade mängden foder i kg TS per ko och dag och fodermedlets andel i mixen i procent av TS samt skillnaden i kg TS mellan period 1 och 2.

Gård ¹	Fodermedel	Period 1, kg TS per ko och dag	Period 1, % andel i mix	Period 2, kg TS per ko och dag	Period 2, % andel i mix	Differens per1=>per2, kg TS
1	Ensilage, 1:a skörd ²	6,7	38	8,0	45	+1,3
	Ensilage, 2:a skörd ²	7,3	41	4,3	24	-3,0
	Halm	0,7	4	0,5	3	-0,2
	Spannmål	1,7	10	3,2	18	+1,5
	Åkerböna	0,6	3	1,1	6	+0,5
	Protein premix	0,4	2	0,4	2	
	Mineraler & salt	0,2	1-2	0,2	1-2	
2	Ensilage, 1:a skörd ²	15,5	71	7,4	33	-8,1
	Ensilage, 2:a & 3:e skörd ²	0	0	7,4	33	+7,4
	Halm	1,3	6	1,2	5	+0,1
	Spannmål	4,3	16	4,3	20	0
	Åkerböna/ärt	1,7	7	1,7	8	0
	Mineraler & salt	0,1	< 1	0,2	< 1	+0,1
4	Ensilage, 1:a skörd ²	7,7	57	8,5	52	+0,8
	Helsädesensilage	2,0	15	2,2	13	+0,2
	Majsensilage	2,4	18	2,7	17	+0,3
	Halm	0,1	Ca 0,5	0,1	Ca 0,5	0
	Spannmål	0	0	1,5	9	+1,5
	Protein premix	1,2	9	1,3	8	+0,1
	Mineraler & salt	0,1	< 1	0,1	< 1	0
5	Ensilage, 2:a skörd ²	13,7	51	18,1	65	+4,4

Gård ¹	Fodermedel	Period 1, kg TS per ko och dag	Period 1, % andel i mix	Period 2, kg TS per ko och dag	Period 2, % andel i mix	Differens per1=>per2, kg TS
	Helsädesensilage	5,1	19	3,1	11	-2,0
	Halm	0,7	3	0,2	< 1	-0,5
	Spannmål	3,6	13	3,9	14	+0,3
	Protein premix	3,2	12	2,1	8	-1,1
	Fett	0,2	< 1	0,2	< 1	0
	Mineraler & salt	0,3	< 1	0,3	< 1	0
6	Ensilage, 1:a skörd ²	4,0	16	3,9	17	-0,1
	Ensilage, 2:a skörd ²	6,0	23	5,8	25	-0,2
	Helsädesensilage	8,0	31	7,8	34	-0,2
	Spannmål	4,0	16	2,2	9	-1,8
	Protein premix	3,6	14	3,5	15	-0,1
7	Ensilage, 1:a skörd ²	12,4	79	12,3	71	-0,1
	Färdigkraftfoder	3,3	21	5,0	29	+1,7
8	Ensilage, 1:a skörd ²	8,4	42	7,5	43	-0,9
	Helsädesensilage	4,0	20	4,6	26	+0,6
	Halm	0,8	4	0,8	5	0
	Spannmål	3,4	17	3,3	19	-0,1
	Protein premix	3,0	15	0,8	5	-2,2
	Mineraler & salt	0,3	2	0,3	2	0
9	Ensilage, 1:a skörd ²	11,3	59	10,8	48,5	-0,5
	Vete/ärt ensilage	3,5	18	5,9	26,5	+2,4
	Spannmål	2,8	15	3,6	16	+0,8
	Protein premix	1,6	8	2	9	+0,4
10	Ensilage, 1:a skörd ²	10,2	47	10,5	49	+0,3
	Helsädesensilage	5,1	23	4,7	22	-0,4
	Halm	1,3	6	1,5	7	+0,2
	Spannmål	2,9	13	2,7	12	-0,2
	Protein premix	1,9	9	1,8	8	-0,1
	Mineraler & salt	0,5	2	0,4	2	-0,1
11	Ensilage, 1:a skörd ²	20,4	71	16,4	69	-4,0
	Spannmål	8,4	29	7,3	31	-1,1
12	Ensilage, 1:a skörd ²	11,9	82	12,3	66	+0,4
	Spannmål	2,6	18	6,1	33	+3,5
	Mineraler	0,1	< 1	0,1	< 1	

¹ Gård 3 utgick ur studien. ²Med ensilage 1:a, 2:a och 3:e skörd avses gräs eller klöver/gräs ensilage

När förändringen räknades ut inför period 2, användes gårdens recept på foderstaten som de hade använt under period 1. Därefter gjordes en justering för att öka eller sänka robotkvoten. I efterhand har allt beräknats utifrån de vikter som registrerats på ingående komponenter i foderblandningen och detta skall därmed bättre representera vad de faktiskt blandade och på den mätta TS-halten, vilket skiljer sig från recepten.

För att komma fram till en förändring så ökades eller minskades olika fodermedel. Om något av grovfodret ökades eller minskades lades motsvarande mängd av det andra grovfodret i foderstaten till eller drogs bort. Vilken förändring som gjordes berodde dels på vilka fodermedel som varje gård hade att tillgå samt på hur stort lagret var. I vissa fall, när ensilagebalar ingick i blandningen kunde förändringen i blandningen bara ske i antal hela balar per dag. Robotkvoten, som består i $(\text{Kolhydrater} + \text{Restkolhydrater}) / \text{NDF}$, kunde då antingen förändras genom att minska/öka mängden halm (med mycket NDF) eller öka/minska mängden spannmål (med mycket kolhydrater) i blandningen.

Vid förändringen i blandningen så räknades det ut hur stor förändringen blev i energi och motsvarande mängd kraftfoder lades till eller togs bort från separatutfodringen i roboten/foderautomaterna så den totala energimängden förblev densamma. Vid besök 3 när förändringen infördes så justerades givorna i roboten och/eller foderautomaten.

Vid beräkning av den verkliga foderstaten i IndividRAM i efterhand, användes analyserna tagna vid besök 1 och de viktade TSvärden som beräknades för mätperioden. Alla fodermedel i blandningen lades till i besättningens fodermedelstabell och sedan gjordes en foderblandning där medelvärdena av utfodrad mängd av de olika fodermedlen skrevs in för både period 1 och period 2. Därefter togs variablerna ut för statistiska analyser och beräkning i statistikprogrammet SAS (Cary Indiana, USA). De foder- och utfodringsvariabler som förväntades inverka på den frivilliga mjölkkningsfrekvensen presenteras i tabell 4 medan övriga fodervariabler som testades för sin påverkan i olika statistiska modeller presenteras i bilagan, tabell B.

Tabell 4. De mest relevanta foder- och utfodringsvariabler som ingick i de statistiska analyserna, beräknade och registrerade för varje gård. Komplet lista återfinns i bilaga 1.

Variabel	Förklaring
Robotkvot	”Robotkvoten” i mixen, $(\text{andel Stärkelse av TS} + \text{andel Restkolhydratfraktion av TS}) / \text{andel NDF av TS}$.
Stärkelse	Mängden stärkelse som är i mixen, gram per kg TS mix.
NDF	Mängden fibrer (NDF) som finns i mixen, gram per kg TS mix.
RP	Mängden råprotein som finns i blandningen, gram per kg TS mix.
AAT20	Mängd aminosyror som absorberas av tunntarmen hos en ko som äter 20 kg TS, g per kg TS mix.
NEL20	Mängd nettoenergi (MJ) vid ett foderintag på 20 kg TS, MJ per kg TS mix.
Kg TS per ko	Hur många kg TS givan är per ko i genomsnitt, ett medelvärde uträknat på hela besättningen utifrån mixfoder utvägt minus rester (på de gårdar där rester registrerats), kg TS mix per ko o dag.
TS mix	TS på hela blandningen, på de gårdar som tillsätter vatten beräknas TS utefter de ingående foderkomponenternas TS samt hur mycket vatten som tillsattes.
FV per kg TS	Fyllnadsvärde hur mycket foderblandningen fyller i vommen, påverkas av struktur och syror. Kraftfoder och spannmål beräknas med konstantvärde. Används för att räkna ut

Variabel	Förklaring
	intagskapaciteten av ett visst foder. FV per kg TS mix.
MJ mix	Omsättbar energi, MJ per kg TS mix.
Ens andel mix TS	Hur många procent av blandningen är ensilage på TS-basis; % av TS i mix
Rest	Restfraktion gram per kg TS mix.
Socker	Mängden socker i blandningen, gram per kg TS mix.

Information om korna och registrering av kotrafik

Information om vilken data om korna som användes i analysen återfinns i tabell 5. De flesta av dessa data återfanns i datorn i AM-enheten och en rapport hämtades från datorn vid besök 3 och 4. I den stod information om de individuella korna och medelvärde som beräknats för antalet grindpasseringar/avvisningar per dag senaste veckan eller avvisningar per dag senaste veckan.

Information om alla mjölkningar som fanns registrerade under den senaste veckan hämtades och användes för att räkna ut medelvärdet för antalet mjölkningar per dag under mätveckan. Alla gårdar noterade vilka störningar de hade haft och när. Mätveckan var inte alltid de senaste 7 dagarna då en del gårdar hade dagar med allvarliga störningar vilket innebär att mätveckan ibland förkortades någon dag eller försköts något (se tabell C i bilagan).

Tabell 5. Sammanställning av variabler som hämtades från AMS och under vilka tidsperioder.

Variabel	Vad det är?
Djurnummer	Vilket nummer kon har
Laktationsnummer (Laktnr)	Vilken laktation kon är i
Ras	SLB, SRB, eller blandras/okänd.
Dagar i laktation (DIM)	Antal dagar efter kalvning (vid mätveckans början).
Mjölkavkastning	Medelvärdet för mängd mjölk i kg/dag.
Mjölkningsfrekvens (MjFrekv)	Medelvärdet för antalet mjölkningar per dag.
Ofrivilliga mjölkningar per dag (O-MjFrekv)	Medelvärdet för antalet hämtningar per dag (på grund av sen till mjölkning, sjukdom eller annat).
Frivilliga mjölkningar per dag (F-MjFrekv)	Medelvärdet för antalet frivilliga mjölkningar per dag. MjFrekv minus O-MjFrekv.
Grindpass	Medelvärdet för antalet grindpasseringar (deLaval), avvisningar (Lely) per dag. DeLaval uppger bara heltal, dvs. 1 kan innebära 0,6-1,4.
Kor per robot	Antal mjölkande kor/robot, vid flera robotar så är det medelvärdet för antal kor per robot.

Statistiska beräkningar

Beräkning av mjölkningsfrekvensen

Statistiska bearbetningar för att studera samband mellan foderblandningens sammansättning/foderparametrar och kotrafiken genomfördes med hjälp av statistikprogrammet SAS (Version 9.2, Cary Indiana, USA). Data om alla mjölkningar för alla djur på varje gård under mätperioderna 1 och 2 (se tabell 5) låg till grund för de statistiska bearbetningarna av sambandet mellan fodervariablerna och kotrafiken. För varje djur beräknades det genomsnittliga antalet frivilliga mjölkningar per dag för mätdagarna i perioderna 1 och 2, och detta användes som underlag för mjölkningsfrekvensen i de statistiska analyserna. På samma sätt beräknades mjölkavkastningen för varje djur under båda perioderna.

Outliers och felaktig data

De kor som är borttagna från datasetet är de kor som inte var med i båda perioderna, de som hade bytt grupp och robot under någon av perioderna och de kor som hade mjölkat färre än 7 gånger på en vecka (vilket betydde att de inte kan ha varit med under hela mätveckan). Kor som varit i en bakomliggande grupp, som inte hade fri tillgång till roboten togs även bort. De kor som hade mer än 10 kg avkastningsskillnad mellan perioderna kontrollerades och de som inte hade varit med under hela mätveckorna togs bort.

Det bedömdes som osannolikt att den relativt måttliga förändringen i foderstaten som gjordes mellan period 1 och 2 under försöket skulle ge upphov till mycket stora förändringar i avkastning eller mjölkningsfrekvens hos enskilda kor. För att undvika att enskilda kor som av olika anledningar (hälsostatus brunst eller annat) hade mycket stor skillnad mellan avkastning eller mjölkningsfrekvens påverkade analysen togs därför kor med extrema värden bort ur analysen. Detta gällde observationer med den största skillnaden mellan period 1 och period 2. Det var viktigt att ta bort extremvärdena på både skillnad i mjölkningsfrekvensen och avkastningsändringen därför viktades dessa i samma skala så de kunde jämföras. Mjölkningsfrekvens och mjölkavkastning är starkt korrelerad så extremvärdena kunde inte tas bort oberoende av varandra. De kor som avvek för mycket i den ena men inte i den andra togs bort. Till exempel en ko som i period 2 mjölkar mycket mer än i period 1 men dessutom har högre mjölkningsfrekvens är inte lika extrem som en ko som plötsligt mjölkar mer men har en lägre mjölkningsfrekvens. De 5 % mest extrema korna togs bort. Totalt innehöll det slutliga datasetet data från 939 kor under två perioder, dvs. 1878 observationer.

Analysen på individnivå

I datasetet fanns varje ko med ett eget djurnummer, dock med två observationer per djur, en för varje period. Det bör påpekas att informationen om djuret, avkastningen och mjölkningsfrekvensen är på individnivå medan alla fodervariabler är lika för alla djur inom samma gård och period. Fodervariablerna är främst beskrivning av sammansättningen på fodret som erbjöds på foderbordet samt genomsnittlig foderkonsumtion i besättningen. Några uppgifter om det enskilda djurets intag av foderblandningen/mixen på foderbordet finns inte och djurets individuella intag av blandfoder ingår därför inte heller i analysen. Fodervariablerna i analysen presenteras i tabell 2. En analys har gjorts av hur de olika fodervariablerna (tabell 4) påverkade olika kotrafikvariabler, i första hand den frivilliga mjölkningsfrekvensen, samt hur fodervariablerna påverkade mjölkavkastning.

Den statistiska analysen gjordes i en s.k. "Mixed" modell med gård som slumpfaktor ("random") och period som upprepningsfaktor ("repeated") med uppgift om att samma djur på samma gård återkommer i datasetet under de båda perioderna. Kovariansstrukturen (se modellen nedan där det står TYPE=cs) sattes till cs ("compound symmetry") vilket innebär att samma ko har en homogen varians och kovarians när man jämför de båda mätillfällena (period 1 och 2).

Datasettet sorteras på gårdsnivå, djurnummer och sedan period.

Ett stort antal modeller testades där inverkan av olika fodervariabler (tabell 4) och djurvariabler (såsom ras, laktationsnummer, laktationsstadium, antal kor per robot m.m.) togs med som förklaring till den frivilliga mjölkkningsfrekvensen och mjölkavkastningen. Vid analys görs skillnad på kontinuerliga variabler och klassvariabler.

De statistiska analyserna gjordes först på hela datasetet. Därefter gjordes analyser för grupper av kor för att se om kor i olika laktationsstadier (0-90 DIM samt 90> DIM) och kor med olika laktationsnummer (1:a kalvare, 2:a kalvare och äldre kor) påverkades på olika sätt av fodret. Dessa analyser med delar av datamaterialet gjordes för att se om den frivilliga mjölkkningsfrekvensen (F-MjFrekv) och mjölkavkastningen påverkades på likartat sätt för alla djurgrupper av olika faktorer. De skulle med andra ord svara på frågor av typen: Är det samma faktorer som påverkar kor i tidig laktation som under medel- och sen laktation?

Slutligen gjordes en separat statistisk analys där effekten av olika foder- och kovariabler på medelvärden för varje besättning och grupp analyserades och även hur dessa variabler påverkade kor i olika laktationsstadier och med olika laktationsnummer.

Den modell för de statistiska analyser i SAS som genomfördes med hela datasetet samt med delar av datasetet såg principiellt ut på följande vis:

PROC MIXED;

CLASS (här listades alla klassvariabler som var med i modellen);

MODEL Y-variabel=x-variablerna för foder och x-variabler för övriga faktorer(se nedan);

RANDOM gård;

REPEATED Period/subject=gård*djurnummer TYPE=cs;

RUN;

Y variabeln är den variabel som man vill studera vad den påverkas av. Som y-variabel i denna studie analyserades variablerna frivillig mjölkkningsfrekvens eller mjölkavkastning.

X-variabler är de faktorer som testas om de påverkar y-variabeln. Som x-variabler för foder räknas faktorer som listas i tabell 2 t.ex. kvot, TS-mix, råprotein o.s.v. Som x-variabler för övriga faktorer räknas egenskaper hos kon t.ex. ras, antal laktationsdagar, ålder eller faktorer i miljön t.ex. hur många kor per robot det finns i stallet m.m.

De y-variabler som analyserades på det totala datasetet är frivilliga mjölkningar per dag och mjölmängd per dag.

För att finna de oberoende variabler som hade störst inverkan på de beroende y-variablerna användes ett mått som räknas fram av dataprogrammet som heter AIC (Akaikes Information Criteria) som är ett mått på hur bra de olika förklaringsfaktorerna (x-variablerna) förklarar Y-variabeln (det man vill studera). Förklaringsfaktorerna (x-variablerna) i detta material delades in i två grupper, dels faktorer som hade med djuret och miljön att göra (djurvariabler), dels faktorer som hade med foderblandningen att göra (fodervariabler) För varje y-variabel testas vilka djurvariabler som påverkade mest, t.ex. djurets ras, laktationsstadium, eller antalet kor per robot i besättningen. De djurvariabler som sänkte AIC behölls i modellen. Därefter testades x-variablerna som hade med foder att göra; en i taget och AIC skrevs ner. Den

fodervariabel som gav modellen med lägst AIC-värde gav den bästa modellen. Modellen fick värdet 1 för förklaringsgrad i resultatets tabeller 9-14 samt tabeller 16-17 för att indikera att detta var den modell som på bästa sätt kunde förutsäga den beroende y-variabeln, d.v.s. den frivilliga mjölkkningsfrekvensen (alternativt mjölkavkastningen). Den näst bästa modellen fick värdet förklaringsgrad 2 o.s.v. Därefter noterades vilka foder och djurvariabler som hade en statistiskt signifikant inverkan (p-värdet). Ett s.k. p-värde under 0,05 visar att det är en statistisk säker inverkan.

De separata analyserna av vilka faktorer som hade mest inverkan på den frivilliga mjölkkningsfrekvensen hos förstakalvare och äldre kor gjordes som tre separata analyser på varsitt dataset: för enbart förstakalvare, för kor i sin andra laktation samt för äldre kor (laktation tre och äldre). På samma sätt gjordes två separata analyser för kor i olika laktationsstadier: kor som var i tidig laktation (0-90 dagar) och i medel/senlaktation (91< dagar).

Det går inte att göra jämförelser mellan Lely och DeLaval vad gäller antalet grindpasseringar då kotrafiksystemen inte är jämförbara. Kor på gårdar med Lely blir endast avvisade när de söker sig till mjölkning utan mjölkningstillstånd medan kor på gårdar med DeLaval passerar grindarna oavsett om de ska mjölkas, gå till foderbordet eller till liggbåsen. Dessutom redovisar DeLaval inte decimaltal på grindpasseringar per dag, vilket gör att ganska stora förändringar inte redovisas, t.ex. i intervallet från 0,5 till 1,4 som redovisas som 1.

Analys av medelvärden

I och med att gårdarna varierar i antalet kor så blir antalet observationer ojämnt fördelade. Fler observationer från en del gårdar än andra kan medföra att vissa gårdar påverkar resultatet mer än andra. Därför gjordes analyserna även på medelvärden på gårdarna. Från varje gård räknades medelvärdet per gård av frivilliga mjölkningar (F-MjFrekv) och mjölkavkastningen för följande djurgrupper ut:

- Första laktation, DIM 0-90
- Första laktation, DIM 91-180
- Första laktation, DIM 181<
- Andra laktation, DIM 0-90
- Andra laktation, DIM 91-180
- Andra laktation, DIM 181<
- Tredje laktation och äldre, DIM 0-90
- Tredje laktation och äldre, DIM 91-180
- Tredje laktation och äldre, DIM 181<

På varje grupp räknades även medelvärdet på DIM ut och på vilken laktation de är i. Med denna indelning av medelvärden gjordes analysen som att det är en "standard" gård med lika många kor som är förstakalvare, andra kalvare och tredje kalvare och äldre, och att det är lika stor andel kor som är mellan 0-90, 91-180 och 180< dagar i mjölk.

Därefter gjordes de statistiska analyserna med olika modeller med de framräknade medelvärdena för varje gård. På samma vis som beskrivits ovan testades de olika x-variablerna i den statistiska modellen för de båda y-variablerna det genomsnittliga antalet frivilliga mjölkningar och mjölkavkastningen per dag för varje gård. De förklaringsvariabler

(x-variabler) som var djurvariabler och som fick lägst AIC värde inkluderades i modellen. Därefter testades varje fodervariabel för sig och de som sänkte AIC skrevs upp och AIC värdena jämfördes för att komma fram till vilka fodervariabler som påverkades mest. I och med det låga antalet observationer så kan inte signifikanta värden förväntas, däremot så jämfördes resultatet med resultaten från analysen av de individuella värdena.

Resultat

Medelvärden för avkastning, mjölkningsfrekvensen och hämtningar på varje gård under de två perioderna redovisas i tabell 6 för att ge en uppfattning om vilken avkastningsnivå och mjölkningsfrekvens som gårdarna hade samt hur ofta man hämtade kor som var sena till mjölkning. Man kan notera att på de tre gårdarna med styrd kotrafik (2, 8 och 12) var den genomsnittliga mjölkningfrekvensen lägre (2,5 mjölkningar/ko och dag) än för gårdarna med fri kotrafik (2,8 mjölkningar/ko och dag) och det totala antal hämtningar högre (0,15 jämfört med 0,08).

Tabell 6. Mjölkvastning (kg mjölk/ko och dag), och mjölkningsfrekvens (MF), frivilliga mjölkningar, ofrivilliga mjölkningar samt hämtningar (antal per ko och dag) på de enskilda gårdarna under period 1 och 2, medelvärden/gård.

Gård ¹	Period	Avkastning, kg mjölk	MF, antal	Frivilliga mjölkningar, antal	Hämtningar (ofrivilliga mjölkningar), antal		
					Totalt per ko	Sena kor ²	Obs kor ³
1	1	34,8	2,56	2,50	0,06	0,06	0
	2	33,7	2,56	2,50	0,06	0,06	0
2	1	33,6	2,44	2,25	0,18	0,13	0,05
	2	34,0	2,50	2,32	0,18	0,10	0,06
4	1	32,6	3,08	3,01	0,07	0,02	0,05
	2	30,7	2,90	2,86	0,05	0,01	0,03
5	1	32,6	2,74	2,68	0,06	0,02	0,04
	2	31,8	2,72	2,64	0,07	0,03	0,04
6	1	30,5	2,56	2,44	0,15	0,09	0,04
	2	27,4	2,28	2,21	0,07	0,05	0,02
7	1	30,6	2,86	2,73	0,13	0,07	0,05
	2	29,9	2,71	2,54	0,17	0,11	0,06
8	1	27,1	2,53	2,43	0,09	0,04	0,06
	2	29,7	2,64	2,54	0,09	0,05	0,04
9	1	34,2	3,05	2,97	0,08	0,07	0,01
	2	34,5	3,00	2,92	0,08	0,07	0,01
10	1	30,3	3,01	2,89	0,11	0,08	0,03
	2	29,5	3,01	2,92	0,09	0,06	0,03
11	1	33,4	2,93	2,89	0,05	0,02	0,03
	2	33,2	3,00	2,95	0,05	0	0,05
12	1	32,2	2,42	2,29	0,13	0,07	0,06
	2	32,1	2,27	2,06	0,20	0,15	0,06

¹Gård nr 3 utgick ur studien. ²Antal hämtningar per ko och dag av kor som hämtats p.g.a. att de inte själv gått till mjölkning i tid. ³Antal hämtningar per ko och dag av kor som hämtats p.g.a. andra orsaker såsom håla, brunst o.s.v.

Antalet ofrivilliga mjölkningar minskade signifikant ($p>0,0001$) med ökad avkastning, och med ökad mjölkningsfrekvens ($p>0,0001$). Det fanns även ett starkt inbördes samband mellan avkastning och mjölkningsfrekvens. Frekvensen ofrivilliga mjölkningar i tabell 6 är antal hämtningar per ko och dag.

Beräkningarna av de mest betydelsefulla foderparametrarna på varje gård under mätperioderna 1 och 2 redovisas i tabell 7. I tabellen redovisas de viktigaste foderparametrar som studien ville undersöka betydelsen av (t.ex. robotkvot) samt de parametrar som visade sig ha en signifikant inverkan på den frivilliga mjölkningsfrekvensen. Övriga foderparametrar som testades i olika modeller men som inte visade sig ha någon inverkan på mjölkningsfrekvensen redovisas i tabell D i Bilaga 1. Förklaringar till förkortningarna återfinns i tabell 4.

Tabell 7. Foderparametrar som var signifikanta för varje gård och period. Förklaringar till foderparametrar och deras förkortningar återfinns i tabell 4.

Gård ¹	Period	Kvot	FV/kg TS	Kg TS/ko	Ens MJ/kg TS	AAT20 g/kg TS	Nel20 MJ/kg TS	Ens Andel %	Socker, g/kg TS	Stärkelse, g/kg TS
1	1	0,59	0,44	17,7	10,3	82	5,70	79,4	31	79
	2	0,68	0,41	17,7	10,3	83	5,92	70,7	26	130
2	1	0,77	0,39	21,8	11,1	83	6,18	71,0	35	117
	2	0,88	0,39	22,2	11,0	84	6,04	66,9	36	141
4	1	0,48	0,46	16,4 ²	10,9	89	6,21	57,0	29	81
	2	0,60	0,43	19,6 ²	10,9	89	6,29	52,0	31	126
5	1	0,66	0,42	26,7	10,5	97	6,27	51,3	23	149
	2	0,60	0,43	26,5	10,5	93	6,26	63,4	20	136
6	1	0,98	0,40	25,5	10,8	93	6,19	39,6	37	183
	2	0,88	0,41	23,2	10,8	93	6,13	41,9	38	157
7	1	0,47	0,46	15,7	10,2	89	5,99	79,2	37	90
	2	0,57	0,44	17,3	10,2	93	6,17	71,1	39	121
8	1	0,93	0,39	19,8	10,7	91	6,25	42,2	42	150
	2	0,88	0,41	17,2	10,7	83	5,91	43,6	42	151
9	1	0,60	0,46	19,1	10,3	90	5,99	58,9	34	115
	2	0,66	0,45	22,2	10,3	91	6,00	48,6	39	129
10	1	0,43	0,46	21,9	10,0	82	5,50	46,5	25	99
	2	0,40	0,46	21,6	10,0	82	5,46	48,6	24	93
11	1	0,70	0,43	28,8	10,5	92	6,40	70,8	20	177
	2	0,73	0,42	23,7	10,5	93	6,43	69,1	20	186
12	1	0,46	0,43	14,5	11,1	83	6,08	81,6	28	75
	2	0,56	0,39	18,3	11,1	83	6,04	66,6	26	129

¹Gård nr 3 utgick ur studien. ²Mätt för varje grupp

Resultat på individnivå

Frivilliga mjölkningsfrekvensen – alla kor

Med undantag för kor i tidig laktation hade den s.k. ”robotkvoten” inte någon signifikant effekt på den frivilliga mjölkningsfrekvensen. De foder- och djurfaktorer som hade störst inverkan på den frivilliga mjölkningsfrekvensen när alla kor i studien inkluderades i analysen redovisas i Tabell 8. Medeltalet för den frivilliga mjölkningsfrekvensen i det material som presenteras i tabell 8 (alla kor under två perioder) var 2,79 mjölkningar per dag med en standardavvikelse på 0,755.

Mixens fyllnadsvärde hade signifikant inverkan på antalet frivilliga mjölkningar och denna variabel gav den bästa modellen (förklaringsgrad 1). Även nettoenergi i fodermixen (Nel20) hade en signifikant inverkan, liksom energiinnehållet i det ensilage som ingick i fodermixen. Av de djurvariabler som studerades hade antalet kor per mjölkningsrobot i besättningen en signifikant inverkan. Om man ökar antalet kor per robot från 41 till 74 (som i tabell 8) så minskar den frivilliga mjölkningsfrekvensen per dag med 0,8 mjölkningar. Av tabellen framgår också att ju längre fram i laktationen en ko befinner sig, desto mer sällan går hon frivilligt till mjölkning. Rasen hade ingen signifikant inverkan på den frivilliga mjölkningsfrekvensen.

Tabell 8. Variabler som påverkade den frivilliga mjölkningsfrekvensen (antal mjölkningar per ko och dag), i en statistisk analys baserad på alla observationer, 939 kor under 2 perioder. De foder- och djurvariabler som gav de tre bästa modellerna¹. Medelvärde, min och max för variabeln samt variabelns inverkan på antalet frivilliga mjölkningar per ko och dag.

Foder- eller djurvariabler	Förklarings- grad ¹	Sign nivå ²	Min	Medel- värde	Max	Inverkan på antalet frivilliga mjölkningar vid ändring min => max
Fyllnadsvärde per kg TS i mix	1	***	0,39	0,43	0,46	+0,2
Nettoenergi i mix, MJ Nel20 per kg TS	2	**	5,46	6,09	6,43	-0,3
Omsättbar energi i mixensilage, MJ per kg TS	3	*	10,0	10,58	11,1	-0,4
Kor per robot	djurvariabel	***	41	60,77	74	-0,8 ³
Laktationsdag	djurvariabel	***	6	184,4	365 ⁴	-0,7 ^{3,4}

¹ Baserat på ett statistiskt mått (AIC) som användes för att jämföra modeller för att förutsäga den frivilliga mjölkningsfrekvensen. Värde 1 = högst förklaringsgrad.

² p>0,10= ej sign (ej signifikant), p<0,10=tend (tendens); p<0,05=*; p<0,01=** och p<0,001=***

³ Inverkan av djurvariabler är hämtade från modellen med högst förklaringsgrad (1).

⁴ Inverkan har beräknats för max=365d då de flesta observationer (93%) ligger i detta intervall

Mjölkavkastning – alla kor

Resultaten från analysen av hur fodermixens sammansättning påverkade kornas mjölkavkastning presenteras i tabell 9. Medelvärde på avkastningen på alla kor var 31,7 kg mjölk med standardavvikelse på 8,89. Av alla fodervariabler var det bara fyllnadsvärde, nettoenergi i fodermix och omsättbar energi i mixensilage som hade betydelse för mjölkavkastningen. Ingen av dessa tre hade den högsta signifikansnivån. Detta kan bero på att den totala energimängden till korna inte förändrades, eftersom förändringar på foderbordet kompenseras med motsvarande förändringar i robot och/eller foderautomater för att bibehålla samma näringsförsörjning.

Rasen på korna hade signifikant påverkan på mjölkavkastningen (p-värde <0,001). Kor av SLB ras hade 3,4 kg högre mjölkavkastning jämfört med kor av SRB ras. Andelen kor av olika ras på gårdarna i studien redovisades tidigare i tabell 2.

Tabell 9. Variabler som påverkade mjölkavkastningen (kg mjölk per ko och dag) i en statistisk analys baserad på alla observationer, N=939 kor; under 2 perioder. De foder- och djurvariabler som gav de tre bästa modellerna¹. Medelvärde, min och max för variabeln samt variabelns inverkan på mjölkavkastning per ko och dag.

Foder eller djurvariabel	Förklarings- Grad ¹	Sign nivå ²	Min	Medel- Värde	Max	Inverkan på kg mjölk vid ändring min => max
Fyllnadsvärde per kg TS i mix	1	Ej sign	0,39	0,43	0,46	Ej sign
Nettoenergi i mix MJ Nel20 per kg TS	2	**	5,5	6,1	6,4	-2,0
Omsättbar energi i mixensilage, MJ per kg TS	3	*	10,0	10,6	11,1	-3,2
Laktationsdag	djurvariabel	***	6	184	(365) ^{3,4}	-13,4 ^{3,4}
Laktationsnr	djurvariabel	***	1	2,2	(4) ⁵	+5,9 ^{3,5}
Ras SLB	djurvariabel	***				+3,4 ⁶

¹ Baserat på ett statistiskt mått (AIC) som jämför modeller för att förutsäga mjölkavkastningen.

² p>0,10= ej sign (ej signifikant), p<0,10=tend(tendens); p<0,05=*; p<0,01=** och p<0,001=***

³ Inverkan av djurvariabler är hämtade från modellen med högst förklaringsgrad (1).

⁴ Inverkan är beräknat för intervallet 6-365d då de flesta observationer (93%) ligger i detta intervall

⁵ Inverkan är beräknat för intervallet i laktationsnummer 1 till 4 då de flesta observationer (95%) ligger i detta intervall.

⁶ Inverkan av SLB jämfört med SRB

Frivillig mjölkningsfrekvens – tidig laktation

För att undersöka om den frivilliga mjölkningsfrekvensen hos olika laktationsstadier av kor påverkades på olika sätt gjordes separata analyser av vad som påverkade den frivilliga mjölkningsfrekvensen hos kor i tidig laktation (tabell 10) jämfört med kor i medel- och senlaktation (tabell 11).

Korna i tidig laktation i studien hade i medeltal 3,06 frivilliga mjölkningar med en standardavvikelse på 0,774. Den frivilliga mjölkningsfrekvensen påverkades mest av fyllnadsvärdet. Variabelns inverkan är dock större i tidig laktation än under hela laktationen. Om fyllnadsvärdet höjs från 0,39 till 0,46 som i tabellen (+0,07 enheter) så ökar antalet frivilliga mjölkningar per dag med 0,3. Den enda djurvariabel som påverkade mjölkningsfrekvensen hos förstakalvare var antalet kor/mjölkingsrobot, en till ko i gruppen ger en minskning av antalet frivilliga mjölkningar per dag med 0,034. Om gården med lägst antal kor i roboten (41) ökade till den som hade flest antal (74) kor per robot i denna studie, d.v.s. ökar koantalet med 33 djur, så blir det en beräknad minskning med 1,1 färre frivilliga mjölkningar per ko och dag i tidig laktation (tabell 10). Antal laktationsdagar var inte signifikant för kor i tidig laktation vilket kan förklaras av att intervallet i laktationsdagar i den gruppen var relativt litet och bara omfattade kor fram till laktationsdag 90. Kor i tidig laktation är också den enda grupp där robotkvoten hade en signifikant inverkan på den frivilliga mjölkningsfrekvensen.

Tabell 10. Variabler som påverkade den frivilliga mjölkningsfrekvensen (antal mjölkningar per ko och dag) i en statistisk analys av kor tidig laktation (< laktationsdag 91), 223 kor under 2 perioder. De foder- och djurvariabler som gav de tre bästa modellerna¹. Medelvärde, min och max för variabeln samt variabelns inverkan på antalet frivilliga mjölkningar per ko och dag.

Foder- eller djurvariabel	Förklarings- grad ¹	Sign nivå ²	Min	Medel- värde	Max	Inverkan på antal frivilliga mjölkningar vid ändring min => max
Fyllnadsvärde per kg TS i mix	1	**	0,39	0,43	0,46	+0,3
Robot-kvot i mix	2	*	0,4	0,63	0,98	-0.4
Omsättbar energi i mixensilage, MJ per kg TS	3	tend	10	10,6	11,1	-0.4
Kor per robot	djurvariabel	***	41	59,79	74	-1,1 ³

¹ Baserat på ett statistiskt mått (AIC) som jämför modeller för att förutsäga den frivilliga mjölkningsfrekvensen.

² p>0,10= ej sign (ej signifikant), p<0,10=tend(tendens); p<0,05=*; p<0,01=** och p<0,001=***

³ Inverkan av djurvariabler är hämtade från modellen med högst förklaringsgrad (1).

Frivillig mjölkningsfrekvens – medel- och senlaktation

Korna i medel och sen laktation hade i medel 2,56 frivilliga mjölkningar med en standard avvikelse på 0,708. De påverkades i stor utsträckning av samma foder och djurfaktorer som kor i tidig laktation men inverkan är för de flesta variabler inte lika stark (tabell 11.). Även för kor i medel och senlaktation är fyllnadsvärdet i mixen den fodervariabel som har störst inverkan.

Tabell 11. Variabler som påverkade den frivilliga mjölkningsfrekvensen (antal per ko och dag) i en statistisk analys av kor i medel- och sen-laktation (laktationsdag > 90), 716 kor under 2 perioder. De foder- och djurvariabler som gav de tre bästa modellerna¹. Medelvärde, min och max för variablerna samt variabelns inverkan på antalet frivilliga mjölkningar per ko och dag.

Foder- eller djurvariabel	Förklarings- grad ¹	Sign nivå ²	Min	Medel- värde	Max	Inverkan på antal frivilliga mjölkningar vid ändring min => max
Fyllnadsvärde per kg TS i mix	1	***	0,39	0,43	0,46	+0,2
Nettoenergi i mix, MJ Nel20 per kg TS	2	**	5,5	6,1	6,4	-0.4
Omsättbar energi i mixensilage, MJ per kg TS	3	*	10,0	10,6	11,1	-0.4
Kor per robot	djurvariabel	***	41	61	74	-0.6 ³
Laktationsdag	djurvariabel	***	91	224	(365) ⁴	-0.4 ^{3,4}

¹ Baserat på ett statistiskt mått (AIC) som jämför modeller för att förutsäga den frivilliga mjölkningsfrekvensen.

² p>0,10= ej sign (ej signifikant), p<0,10=tend(tendens); p<0,05=*; p<0,01=** och p<0.001=***

³ Inverkan av djurvariabler är hämtade från modellen med högst förklaringsgrad (1).

⁴ Inverkan har beräknats för max=365d då de flesta observationer (90%) ligger i detta intervall

Frivillig mjölkningsfrekvens – Kor i första laktation

För att undersöka om den frivilliga mjölkningsfrekvensen hos förstakalvare och äldre kor påverkades på olika sätt gjordes separata analyser av vad som påverkade den frivilliga mjölkningsfrekvensen.

Förstakalvare hade i medel 2,61 frivilliga mjölkningar med en standardavvikelse på 0,744. De variabler som påverkade första kalvarnas frivilliga mjölkningsfrekvens redovisas i tabell 12.

Tabell 12. Variabler som påverkade den frivilliga mjölkningsfrekvensen (antal per ko och dag) i en statistisk analys av förstakalvare, 343 kor under 2 perioder. De foder- och djurvariabler som gav de tre ästa modellerna¹. Medelvärde, min och max för variabeln samt variabelns inverkan på antalet frivilliga mjölkningar per ko och dag.

Foder- och djurvariabel	Förklarings- grad ¹	Sign nivå ²	Min	Medel- värde	Max	Inverkan på antal frivilliga mjölkningar vid ändring min => max
Fyllnadsvärde per kg TS i mix	1	***	0,39	0,43	0,46	+0,3
MixECM (1:a kalv),kg ECM ⁶	2	**	13,4	19,4	24,1	-0.3
Medelintag Kg TS mix per ko ⁵	3	**	14,5	21,0	28,8	-0.4
Kor per robot	djurvariabel	***	41	60	74	-1,1 ³
Laktationsdag	djurvariabel	***	6	195	365	-0.5 ^{3,4}

¹ Baserat på ett statistiskt mått (AIC) som jämför modeller för att förutsäga den frivilliga mjölkningsfrekvensen.

² p>0,10= ej sign (ej signifikant), p<0,10=tend(tendens); p<0,05=*; p<0,01=** och p<0.001=***; ³ Inverkan av djurvariabler är hämtade från modellen med högst förklaringsgrad (1) ; ⁴ Inverkan har beräknats för max=365d då de flesta observationer (90%) ligger i detta intervall; ⁵ Medelintag kg TS mix per ko i besättningen (alt per grupp på en gård som hade grupputfodring); ⁶kg ECM som mixen räcker till hos förstakalvare

Frivillig mjölkningsfrekvens – Kor i andra laktation och äldre

Äldre kor hade i medeltal 2,71 frivilliga mjölkningar med en standardavvikelse på 0,759. De variabler som hade störst påverkan på den frivilliga mjölkningsfrekvensen hos äldre kor redovisas i tabell 13. Fyllnadsvärdet är den fodervariabel med störst påverkan på den frivilliga mjölkningsfrekvensen hos både förstakalvarna och äldre kor men effekten tycks vara större för kor i första laktationen, en ökning i fyllnadsvärdet på 0,07 enheter ger en förväntad ökning av mjölkningsfrekvensen på 0,3 hos förstakalvarna men bara 0,2 hos äldre kor (tabell 12 och 13).

Tabell 13. Variabler som påverkade den frivilliga mjölkningsfrekvensen (antal per ko och dag) i en statistisk analys av äldre kor (laktationsnummer över 1), 596 kor under 2 perioder. De foder- och djurvariabler som gav de tre bästa modellerna¹. Medelvärde, min och max för variabeln samt variabelns inverkan på antalet frivilliga mjölkningar per ko och dag.

Foder- och djurvariabel	Förklarings- grad ¹	Sign nivå ²	Min	Medel- värde	Max	Inverkan på antal frivilliga mjölkningar vid ändring min => max
Fyllnadsvärde per kg TS i mix	1	***	0,39	0,435	0,46	+0.2
Omsättbar energi i mixensilage, MJ per kg TS	2	**	10,0	10,54	11,1	-0.6
Nettoenergi i mix, MJ Nel20 per kg TS	3	**	5,46	6,04	6,43	-0.3
Kor per robot	djurvariabel	**	41	60	74	-0,5 ³
Laktationsdag	djurvariabel	***	10	189,89	365	-0.8 ^{3,4}

¹ Baserat på ett statistiskt mått (AIC) som jämför modeller för att förutsäga den frivilliga mjölkningsfrekvensen.

² p>0,10= ej sign (ej signifikant), p<0,10=tend(tendens); p<0,05=*; p<0,01=** och p<0.001=***. ³ Inverkan av djurvariabler från modellen med högst förklaringsgrad (1) . ⁴ Inverkan har beräknats för max=365d då de flesta observationer (94%) ligger i detta intervall.

Resultat - analys av medelvärden

För att studera effekterna av foder och djurvariabler i en analys där resultaten från varje gård väger lika tungt, oavsett djurantal gjordes även en analys baserat på medelvärden för olika ålderskategorier och laktationsdagar på varje gård. Korna på gårdarna grupperades i tre ålderskategorier (förstakalvare, andrakalvare och äldre kor) och dessa tre grupper delades i sin tur upp i tre kategorier med avseende på laktationsdagar (tidig, medel och sen laktation) vilket gav nio grupper per gård vilka presenteras i tabell 14. I den här tabellen syns det vilken variation som finns mellan gårdarna, hur många kor som är i varje laktation och laktationsintervall. Medelvärden av den frivilliga mjölkkningsfrekvensen och avkastningen för dessa nio grupper på varje gård bildades för en egen analys av effekter på den frivilliga mjölkkningsfrekvensen.

Tabell 14. Antalet kor per grupp och gård i de medelvärden som bildades som underlag för statistisk analys av resultat. Grupper i olika laktationsnummer (Laktnr) och i olika laktationsstadium, tidig laktation (DIM 1-90), medellaktation (DIM 91-180) och sen laktation (DIM>181).

Lakt.nr	DIM	Gårdar										
		1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1-90	4	6	15	17	6	6	4	9	13	1	8
1	91-180	2	3	20	29	4	6	1	9	5	7	11
1	181<	10	17	28	29	8	7	16	12	5	10	15
2	1-90	5	4	21	5	4	5	3	5	6	3	2
2	91-180	5	8	14	10	2	6	2	9	10	5	3
2	181<	11	8	25	13	4	8	2	8	23	6	3
3<	1-90	7	6	16	15	11	3	8	9	11	6	8
3<	91-180	5	8	11	36	10	11	4	13	12	11	1
3<	181<	6	9	15	42	4	4	16	4	13	6	7

Frivilliga mjölkningsfrekvensen – medelvärden alla kor

Vid analysen baserad på gårdarnas ko-grupper som redovisas i tabell 14 (11 gårdar*9 ko-grupper/gård=99 medelvärden) var medelvärdet för den frivilliga mjölkningsfrekvensen för ko-grupperna 2,65 och standardavvikelsen 0,498. De variabler som ingick i den bästa modellen för att förklara den frivilliga mjölkningsfrekvensen redovisas i tabell 15. Fyllnadsvärdet, energiinnehållet i det ensilage som ingår i mixen samt nettoenergin i mixen (Nel20) är de fodervariabler som har störst påverkan på den frivilliga mjölkningsfrekvensen. Resultaten för alla kor i den individuella analysen (tabell 8) och för gårdsanalysen (tabell 15) var likartade med avseende på vilka fodervariabler som hade störst inverkan på den frivilliga mjölkningsfrekvensen.

Tabell 15. Variabler som påverkade den frivilliga mjölkningsfrekvensen (antal per ko och dag) i en statistisk analys av medeltal för grupper av kor på varje gård (nio gruppmedeltal per gård), 99 grupper under 2 perioder. De foder- och djurvariabler som gav de tre bästa modellerna¹. Medelvärde, min och max för variabler samt variabelns inverkan på antalet frivilliga mjölkningar per ko och dag.

Foder- eller djurvariabel	Förklarings- grad ¹	Sign nivå ²	Min	Medel- värde	Max	Inverkan på antal frivilliga mjölkningar vid ändring min => max
Fyllnadsvärde per kg TS i mix	1	**	0,39	0,43	0,46	+0,2
Omsättbar energi i mixensilage, MJ per kg TS	2	*	10,0	10,5	11,1	-0,4
Nettoenergi i mix, MJ Nel20 per kg TS)	3	*	5,46	6,09	6,43	-0,3
Kor per robot	djurvariabel	**	42	62	74	-0,6 ³
Laktationsdag	djurvariabel	***	41	165	373	-0,9 ³

¹ Baserat på ett statistiskt mått (AIC) som jämför modeller för att förutsäga den frivilliga mjölkningsfrekvensen.

² p>0,10= ej sign (ej signifikant), p<0,10=tend(tendens); p<0,05=*; p<0,01=** och p<0,001=***

³ Inverkan av djurvariabler är hämtade från modellen med högst förklaringsgrad (1).

Mjölkavkastning – medelvärden alla kor

De faktorer som påverkar mjölkavkastningen för gårdarnas ko-grupper redovisas i tabell 16. Som framgår av tabellen var ingen av fodervariablerna statistiskt signifikanta och därför redovisas inte inverkan av dessa variabler (sista kolumnen i tabell 16).

Resultaten för alla kor i den individuella analysen (tabell 9) och för gårdsanalysen (tabell 16) var likartad med avseende på vilka fodervariabler som hade störst inverkan på mjölkavkastningen. Signifikansnivåerna är lägre vid analysen baserad på medelvärden vilket är förståeligt med tanke på att antalet observationer är lägre när individuella observationer slås samman och analysen genomförs på medelvärden. Variabler som påverkade den frivilliga mjölkkningsfrekvensen (antal per ko och dag) i en statistisk analys av medeltal för grupper av kor på varje gård (nio gruppmedeltal per gård), 99 grupper under 2 perioder. De foder- och djurvariabler som gav de tre bästa modellerna¹. Medelvärde, min och max för variabler samt variabelns inverkan på antalet frivilliga mjölkningar per ko och dag.

Tabell 16. Variabler som påverkade mjölkavkastningen (kg mjölk per ko och dag) i en statistisk analys av medeltal för grupper av kor (nio gruppmedeltal per gård), 99 grupper under 2 perioder.. De foder- och djurvariabler som gav de tre bästa modellerna¹. Medelvärde, min och max för variabeln samt variabelns inverkan på mängd mjölk per ko och dag.

Foder- eller djurvariabel	Förklarings- grad ¹	Sign nivå ²	Min	Medel- värde	Max	Inverkan på kg mjölk vid ändring min => max
Fyllnadsvärde per kg TS i mix	1	Ej sign	0,30	0,43	9,46	Ej sign
Nettoenergi i mix, MJ Nel20 per kg TS	2	tend	5,46	6,09	6,43	Ej sign
Omsättbar energi i mixensilage, MJ per kg TS	3	Ej sign	10,0	10,6	11,1	Ej sign
Laktationsdag	djurvariabel	***	41	165	373	15,8 ³
Laktationsnr.	djurvariabel	***	1	2,2	4,4	8,1 ³

¹ Baserat på ett statistiskt mått (AIC) som jämför modeller för att förutsäga den frivilliga mjölkkningsfrekvensen.

² p>0,10= ej sign (ej signifikant), p<0,10=tend(tendens); p<0,05=*; p<0,01=** och p<0,001=***

³ Inverkan av djurvariabler är hämtade från modellen med högst förklaringsgrad (1).

Diskussion

Datamaterialet som har bearbetats har bestått av en stor mängd data vad gäller frivillig mjölkkningsfrekvens och mjölkavkastning för varje djur (938 kor i 2 perioder) på de 11 gårdarna. Samtidigt har alla djur på samma gård fått samma foderblandning under samma period och uppgifterna på foder är endast sammansättningen av fodermixen som utfodras på foderbordet på varje gård under period 1 och 2 (11 gårdar i 2 perioder). Det som har studerats i detta arbete är därför effekten av fodrets sammansättning.

Individens faktiska intag har inte mätts i denna studie, bara den sammanlagda mängden på foderbordet dividerat med antalet djur på gården. Varje djurs enskilda näringsintag är inte analyserat, bara effekten av olika sammansättning på foderblandningen som erbjuds på foderbordet. De flesta gårdarna har mätt hur mycket foder de har kört bort. Det är dock oklart om fodret fanns i fri tillgång då det inte registrerades om foderbordet var tomt under testperioden. Resultatet av den här studien visar att medelintaget av mängden TS har en negativ påverkan på hur ofta förstakalvarna frivilligt mjölkas, dock så är medelintaget uträknat på hela besättningen och inte på hur mycket förstakalvarna äter.

Målsättningen i försöket var också att den totala näringsförsörjningen för varje djur skulle vara lika under period 1 och 2. När sammansättningen i mixen på foderbordet förändrades, gjordes alltid justeringar i mängden foder i robot och/eller kraftfoderautomat för att djurens näringsförsörjning inte skulle påverkas. Det är bara hur blandningen på foderbordet påverkar kotrafiken som har studerats, vilket betyder att mängden kraftfoder i roboten kan ha påverkat resultatet. Förändringen av blandningen på foderbordet har kompenserats i de individuella givorna som utfodras i mjölkkningsroboten, dock är givorna i roboten inte medräknade i de statistiska bearbetningarna. Det är därför möjligt att det kan ha varit förändringen av givorna i robot/kraftfoderautomater i stället för förändringen av blandningen på foderbordet som påverkade resultatet. Antagandet att mängden kraftfoder i mjölkkningsroboten inte påverkade antalet frivilliga mjölkningar kan vara felaktigt vilket är en svaghet i denna studie. Det går inte att säkert skilja effekterna från varandra i detta fall. Samtidigt kan man se det som en styrka att den totala näringsförsörjningen inte påverkades mellan period 1 och 2.

Beck (2014) kunde visa att högre kraftfodergivor ger extra besök i mjölkkningsroboten. Även Scott *et al.* (2014) visade att en högre giva i roboten gjorde att korna spenderade mindre tid i väntfällan, vilket då tyder på att resultatet i den här studien kan ha påverkats av mängden kraftfoder som utfodras i mjölkkningsroboten. I studien av Back *et al.* (2007) jämfördes 3 kg kraftfoder med 8 kg kraftfoder i roboten i ett fritt system med blandfoder. Där påverkades inte mjölkkningsfrekvensen, avkastningen eller frivilliga mjölkningar, vilket talar för att mängden kraftfoder i roboten inte påverkade resultatet i den här studien.

Det var framförallt den frivilliga mjölkkningsfrekvensen som var i fokus i denna studie. I och med att den totala näringsförsörjningen var lika mellan perioder är det inte så förvånande att effekten av fodermixens sammansättning på mjölkavkastningen i analysen på medelvärden av djurgrupper på gårdarna inte gav några fodervariabler som var statistiskt signifikanta.

Förändringen av blandningen beräknades som antingen en ökning eller minskning med 0,1 i robotkvoten, detta beräknades på gårdens recept. På de flesta av gårdarna blev den verkliga förändringen något annat än vad receptet var räknat på. Detta visar att det är vanligt att den verkliga blandningen inte överensstämmer med receptet. Detta stöds av en studie av Sova *et al.* (2014) som visade att det var större variation mellan recept och den verkliga blandningen än det var i variation mellan dagar. Detta beror dels på att det är svårt att vara exakt vid manuell dosering när fodret blandas och på att de flesta gårdar inte mäter torrsubstans i

fodret. Därmed kan receptet inte anpassas efter förändringar i ensilagets torrsubstans som sker över perioder som sträcker sig flera veckor. Enligt Isacson (2003) mäter 73 % av lantbrukarna aldrig TS-halten i fodret. I den här studien var det bara en gård som mätte TS-halten i fodret, så det överensstämmer med tidigare forskning.

Vissa av gårdarna har många djur och andra har avsevärt färre djur. I den statistiska analysen baserad på enskilda djur kan därför data från en gård med många djur komma att väga mycket tungt, trots att denna gård bara har jämfört 2 foderblandningar, en foderblandning under period 1 och en annan under period 2. Som en jämförelse kan man se resultaten av analysen där medelvärden skapas för olika djurkategorier på varje gård och dessa medelvärden analyseras. I denna analys blir inverkan av varje gårds resultat mer likartad oavsett antalet djur på gården. Resultaten av analysen av medelvärden för djurgrupper på gården jämfört med den individuella analysen pekar i samma riktning och samma fodervariabler påverkade den frivilliga mjölkningsfrekvensen i de flesta analyser som presenteras i denna studie. Signifikansnivåerna är något lägre vid analysen baserad på medelvärden från kogrupper vilket är förståeligt med tanke på att antalet observationer är lägre när individuella observationer slås samman och analysen genomförs på medelvärden. Trots signifikansnivåerna så stödjer analysen på medelvärdena att dessa variabler verkligen har en viss inverkan på den frivilliga mjölkningsfrekvensen i ett stall med automatisk mjölkning och en fodermix på foderbordet.

En brist i analysen är att all mjölkavkastning är registrerad i kg mjölk och inte kg ECM eftersom data är tagna från roboten. Därför finns det inte med någon information om hur foderförändringarna har påverkat fetthalten och proteinhalten i mjölken.

En annan faktor som kan diskuteras gäller andelen ensilage i fodret, där en högre andel ensilage ger en lägre andel kraftfoder vilket har kompensats i andel kraftfoder som utfodras i mjölkningsroboten. Där vet vi inte vad som har påverkat, förändringen i mixen eller förändringen i roboten. Dessutom tillkommer det förhållandet att ju högre energiinnehåll ett ensilage har, desto mindre påverkas mängden energi i mixen vid förändringar i andelen ensilage då energiinnehållet i ensilaget närmar sig energiinnehållet i spannmål.

Ensilagets innehåll av omsättbar energi har haft en negativ inverkan på antalet frivilliga mjölkningar. Det är inte så förvånande att en mix med ett ensilage med ett högt energiinnehåll har en negativ inverkan på den frivilliga mjölkningsfrekvensen eftersom detta är helt i linje med erfarenheter från rådgivare och lantbrukare (Lundborg, 2017).

Påverkan på mjölkavkastningen stämmer överens med vad som förbättrar mjölkningsfrekvensen, vilket är förståeligt då ökat antal mjölkningar per dag brukar öka mjölkavkastningen (Klei *et al.*, 1997). Det som ser lite förbryllande ut är att minskad energi skulle ge högre mjölkavkastning men i den här studien är det totalt samma mängd energi, när den minskas på foderbordet ökas den i roboten. Det är därför främst via den indirekta effekten av mjölkningsfrekvensen som avkastningen påverkas.

Det skulle det vara intressant att undersöka var den optimala mängden energi på foderbordet ligger, är det fördelaktigt att ha enbart grovfoder på foderbordet och allt i roboten? Det är dock möjligt att de högvastande korna inte blir energiförsörjda om kraftfodret ges enbart i mjölkningsroboten. I system med foderstationer kan det fungera bättre med enbart grovfoder på foderbordet då det är lättare att ge högre kraftfodergivor när de inte enbart ges i roboten. I en studie av Driscoll (2017) där separat utfodring jämfördes med blandfoder, där visade sig blandfoder (35 % kraftfoder och 65 % ensilage på foderbordet) ge bättre kotrafik och högre intag av foder, dock oförändrad avkastning. I den fältstudie som presenteras i denna rapport så visade sig stärkelsemängden inte ha någon betydelse i analyserna. Detta är i linje med

Driscolls observationer att mer kraftfoder i blandningen inte ger sämre kotrafik.

Resultatet visar också att ett ökat antal kor i roboten har stor negativ effekt på antalet frivilliga mjölkningar oavsett dagar i laktationen och laktationsgrupp. Vid en ökning av antalet kor från 31 till 74 minskade antalet frivilliga mjölkningar med 0,8 mjölkningar per dag. Det är också intressant att närmare undersöka var den ekonomiska brytpunkten ligger för antalet kor per robot, för när antalet kor blir för lågt så är detta inte heller bra ur en ekonomisk synpunkt, då roboten inte utnyttjas optimalt. Rent generellt är det välkänt att de ekonomiska storleksfördelarna med större gårdar är betydande (Patel *et al.*, 2013). Beck (2014) kom också fram till att ökat antal kor per robot har en negativ påverkan på kotrafiken.

Fyllnadsvärdet är den fodervariabel med störst påverkan på den frivilliga mjölkningsfrekvensen hos både förstakalvarna och äldre kor men effekten tycks vara större för kor i första laktation, en ökning i fyllnadsvärdet på 0,07 enheter ger en förväntad ökning av mjölkningsfrekvensen på 0,3 hos förstakalvarna men bara 0,2 hos äldre kor (tabell 12 och 13).

Generellt finns det stora skillnader mellan gårdarna. En sådan faktor som är direkt relaterad till den frivilliga mjölkningen är att gårdarna inte har lika mjölkningstillstånd. Det är dock samma inställningar under båda perioderna, vilket tas med i den statistiska analysen. Det finns dock väldigt stora skillnader mellan gårdar med avseende på en mängd faktorer och detta kan bidra till något osäkra resultat. Man bör också vara medveten om att mjölkningstillstånden är uppbyggd runt avkastning, tid sedan mjölkning och laktationsdagar så tillstånden kan ha förändrats för den individuella kon mellan perioderna vilket i sin tur kan ha påverkat antal mjölkningar. Enligt en studie av Melin *et al.* (2005) så leder ett mer generöst tillstånd till fler mjölkningar, vilket skulle kunna ha påverkat resultatet.

Kotrafiken kan också mätas med hjälp av grindpasseringar (DeLaval) och avvisningar (Lely). I DeLaval mjölkningsrobot med tillhörande mjukvara så redovisas grindpasseringar dock alltid som heltal, vilket betyder att t.ex. från 0,6 till 1,4 redovisas som 1, detta gör jämförelser mellan typer av robot vad gäller grindpassager ej blir meningsfulla. En annan svårighet är att det inte går att jämföra grindpassager mellan ett fritt system med ett styrt system, vilket förklarar varför den frivilliga mjölkningsfrekvensen är ett bättre mått på kotrafiken i den här studien.

Syftet med den här studien var att undersöka hur fodret på foderbordet påverkar kotrafiken i AMS. Den foderparameter som hade överlägset störst betydelse för kotrafiken var fyllnadsvärdet. Ett energirikt spätt ensilage har ett lågt fyllnadsvärde (Åkerlund, 2008). Vilket då skulle förklara varför lantbrukare upplever att ett energirikt ensilage kan ge sämre kotrafik trots att det är enbart grovfoder på foderbordet. Även energimängden i ensilaget har visat sig ha en signifikant negativ påverkan på kotrafiken i alla analyser förutom med förstakalvare. Mängden energi i mixen har också visat sig ha en negativ påverkan på kotrafiken i analysen med alla kor, samt kor i medel och sen laktation och äldre kor. Hög mängd kraftfoder ger högre energikoncentration i mixen men lägre fyllnadsvärde (Åkerlund, 2008) vilket då stödjer resultatet med fyllnadsvärdets stora inverkan. Även här så är det värt att nämna att första kalvarna och kor i tidig laktation inte påverkas av mängden energi i mixen. Fyllnadsvärdet förklarar också hur en mix med mycket kraftfoder och med hög energikoncentration kan kompensera detta med att tillsätta halm i mixen, då halm med sitt höga innehåll av fiber höjer fyllnadsvärdet.

Resultatet att ett högre fyllnadsvärde i mixen har en stor positiv inverkan på kotrafiken kan

även bero på att ett ökat fyllnadsvärde innebär mindre energi i mixen på foderbordet vilket har kompensrats med mer kraftfoder i roboten. Därför skulle det behövas ytterligare studier som undersöker vilken av dessa faktorer som faktiskt påverkar den frivilliga mjölkkningsfrekvensen: de högre givorna i roboten eller ett ökat fyllnadsvärde i mixen på foderbordet.

Fyllnadsvärdets ökning från 0,39 till 0,46 ger i studien en ökning av +0,2 frivilliga mjölkningar per dag räknat på alla kor. Som exempel så för att öka fyllnadsvärdet med +0,01 i en mix krävs antingen en förändring av -2 kg korn eller +0,5 kg halm, en ökning på 0,01 i fyllnadsvärde ger en ökning på 0,03 frivilliga mjölkningar per dag. Däremot ett byte från en ”typisk” 1:a skörd med hög smältbarhet som har ett fyllnadsvärde på 0,46 till en 3:e skörd med låg smältbarhet som har fyllnadsvärde på 0,54 skulle ge en ökning på 0,24 frivilliga mjölkningar per dag. Ett så högt fyllnadsvärde som 0,54 ligger dock utanför det maximala värdet som förekom på någon gård i denna studie och det är osäkert om de samband som presenteras här gäller utanför intervallet som förekom i studien.

Hypotesen i den här studien var att en högre robotkvot skulle ge en sämre kotrafik. Det var enbart kor i tidig laktation som visade sig påverkas av robotkvoten. Detta stämde dock inte med den ursprungliga hypotesen. Eftersom den verkliga förändringen i mixarna inte blev plus eller minus 0,1 i kvot som planerat, utan vissa gårdar fick ingen förändring i kvot men ändå förekom det förändringar i kotrafiken. Detta bidrog troligen till att resultatet av analyserna i de flesta fall inte visade på någon signifikant effekt av robotkvoten. Det stärker uppfattningen att robotkvoten inte har någon avgörande betydelse utom möjligtvis i tidig laktation.

Slutsats

Syftet med studien var att studera hur olika foderegenskaper i mixen på foderbordet inverkar på den frivilliga mjölkkningsfrekvensen. Studien visade att den foderfaktorer som hade störst inverkan på den frivilliga mjölkkningsfrekvensen var mixens fyllnadsvärde, när fyllnadsvärdet i studien ökade från 0,39 till 0,46 så ökade den frivilliga mjölkkningsfrekvensen med +0,2 mjölkningar per dag. Därutöver visade studien att ett högre innehåll av nettoenergi i mixen påverkade den frivilliga mjölkkningsfrekvensen negativt (-0,3 mjölkningar per dag när nettoenergin ökade från 5,5 till 6,4) och på ett liknande sätt minskade den frivilliga mjölkkningsfrekvensen när innehållet av den omsättbara energin i det ensilage som ingick i mixen ökade (-0,4 mjölkningar per dag när energiinnehållet i ensilaget ökade från 10,0 till 11,1 MJ/kg TS). Samma foderfaktorer som påverkade den frivilliga mjölkkningsfrekvensen påverkade även mjölkavkastningen, men för mjölkavkastningen hade fyllnadsvärdet inte någon signifikant inverkan på avkastningen. Den s.k. robotkvoten har en viss betydelse för den frivilliga mjölkkningsfrekvensen för kor i tidig laktation, en högre robotkvot gav en lägre frivillig mjölkkningsfrekvens i denna grupp, -0,4 mjölkningar per dag när mixens robotkvot var 0,98 jämfört med 0,4.

Andra viktiga faktorer som påverkade kotrafiken var antalet kor per robot (-0,8 mjölkningar per dag när antalet kor per robot ökar från 41 till 74) och kornas laktationsstadium (-0,7 mjölkningar per dag i sen-laktation jämfört med tidig laktation).

Referenser

Bach A., Devant M., Iglesias C. och Ferrer A. 2009. Forced Traffic in Automatic Milking Systems effectively reduces the need to get cows, but alters eating behavior and does not improve milk yield of dairy cattle. Journal of Dairy Science. Vol 92, No 3, 1272-1280.

Bach A., Iglesias C., Calsamiglia S., och Devant M. 2007. Effect of Amount of Concentrate Offered in Automatic Milking systems on Milking Frequency, Feeding Behavior, and Milk production of Dairy Cattle consuming high amounts of corn silage. Journal of Dairy Science. Vol 90, No 11, 5049-5055.

Bargo F., Muller L. D., Delahoy J. E. och Cassidy T. W. 2002. Performance of High Producing Dairy Cows with Three Different Feeding Systems Combining Pasture and Total Mixed Rations. Journal of Dairy Science. Vol 85, No 11, 2948-2963.

Beck J. 2014. Free cow traffic in Automatic Milking Systems (AMS) – a case study on nine commercial dairy farms in Sweden. Examensarbete nr 466. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Sveriges lantbruks universitet, Uppsala, 104 sidor.

Boguhn J., Kluth H. och Rodehutsord M. 2006. Effect of Total Mixed Ration Composition on Fermentation and Efficiency of Ruminant Microbial Crude Protein Synthesis In Vitro. Journal of Dairy Science. Vol 89, No 5, 1580-1591.

Cederholm M. 2014. Blandfoder i automatiska mjölknings system. Examensarbete. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. 468. Sveriges Lantbruksuniversitet. 79 sidor.

Charlton L. G., Rutter S. M., East M. och Sinclair L.A. 2011. Preferences of dairy cows: Indoor cubicle housing with access to a total mixed ration vs. access to pasture. Applied Animal Behaviour Science 130. 1-9.

DeLaval, 2015 –

”http://www.delaval.se/ImageVaultFiles/id_17304/cf_5/6228193440_S2_VMS_Supra_6p_web.PDF” Datum: 2017-04-02

Domstolsverket, 2011. Mål T1306-09. ”<https://lagen.nu/dom/nja/2011s270>”. Datum: 20170402.

Driscoll, H. 2017. Blandfoder eller separat utfodring till mjölkkor i AMS med fri kotrafik. Examensarbete nr 589, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala, 21 sid.

Felton C. A. och DeVries T. J. 2010. Effect of water addition to a total mixed ration on feed temperature, feed intake, sorting behavior, and milk production of dairy cows. Journal of Dairy Science. Vol 93, No 6, 2651-2660.

Forsberg, A-M. 2008. Factors affecting cow behaviour in a barn equipped with an automatic milking system. Licentiat avhandling. Rapport 271, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.

Halachmi I., Shoshani E., Solomon R., Maltz E. och Miron J. 2009. Feeding soyhulls to high-

yielding dairy cows increasing milk production, but not milking frequency, in an automatic milking system. *Journal of Dairy Science*. Vol 92, No 5, 2317-2325.

Harms, J., Wendl, G. och Schön, H. 2002. Influence of cow traffic on milking and animal behaviour in a robotic milking system. I: The first North American conference on Robotic Milking, March 20-22, 2002, Toronto, Canada, pp II, 8-14.

Isacson K., 2003. "Fullfoder och blandfoder till mjölkkor. Vad är viktigt för att lyckas enligt rådgivare och lantbrukare?". Examensarbete. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. 189. Sveriges Lantbruksuniversitet.

Ketelaar de Lauwere C. C., Ipema A. H., Lokhorst C., Metz J. H. M., Noordhuizen J. P. T. M., Schouten W. G. P. och Smits A. C. 2002. "Effekt of sward height and distance between pastures and barn on cows' visits to an automatic milking system and other behavior". *Livestock Production Science*. Vol 65, Issue 1-2, 131-142.

Ketelaar de Lauwere C. C., Ipema A. H., van Ouwerekerk E. N. J., Hendriks M. M. W. B., Metz J. H. M., Noordhuizen J. P. T. M., Schouten W. G. P. och Smits A. C. 1999. "Voluntary automatic milking in combination with grazing of dairy cows. Milking frequency and effects on behaviour". *Applied Animal Behaviour Science*. Vol 64, 91-109.

Klei, L. R., Lynch, J. M., Barbano D. M., Oltenacu P. A., Lednor, A. J. och Bandler D. K. 1997. *Journal of Dairy Science* Vol. 80, No. 3, 427-436.

Kolver E. S. och Muller L. D. 1998. Performance and nutrient intake of high producing Holstein Cows Consuming Pasture or a Total Mixed Ratio. *Journal of Dairy Science*. Vol 81. No 5, 1403-1411.

Koning & Rodenburg, 2004. Ur boken "a better understanding Automatic milking" edited by A. Meijering, H. Hogeveen, C. J. A. M. De Koning. ISBN: 978-90-76998-38-1. "Automatic milking: state of the art in Europe and North America." Kees de Koning & Jack Rodenburg. Sid 27-37.

KRAV, 2017. Regler för KRAV-certifierad produktion. Utgåva 2017, Uppsala, Sverige, 304 sid.

Landin, H. och Gyllenswärd, M. 2012. Ratta rätt i robot – Mjölknings, Juverhälsa och hygien. I: Djurhälso- och Utfodringskonferensen 2012, Uppsala. Svensk mjölk, sid 41-46
"<https://www.vxa.se/globalassets/dokument/fordjupningar/dou/2012/ratta-ratt-i-robot---mjolkning-juverhalsa-och-hygien.pdf>" Datum: 20170402.

Landin, H., 2014. Robotpyramiden – Förändra i rätt ordning. VÄXA Sverige. Presenterat vid konferens i Alnarp 2014 12 05.
"<http://194.47.52.113/janlars/partnerskapAlnarp/ekonf/20141205/landinHakan.pdf>" Datum: 20170402.

Madsen, J., Weisbjerg, M.R. och Hvelplund, T. 2010. Concentrate composition for automatic milking systems – Effect on milking frequency. *Livestock Science* 127, 45-50.

Melin M., Svennersten-Sjaunja K. och Wiktorsson H. 2005. Feeding Patterns and

Performance of Cows in Controlled Cow Traffic in Automatic Milking Systems. *Journal of Dairy Science*. Vol 88, No 11, 3913-3922.

Melin M., Pettersson G., Svennersten-Sjaunja K. och Wiktorsson H. 2007. The effect of restricted feed access and social rank on feeding behavior, ruminating and intake for cows managed in automatic milking systems. *Applied Animal Behaviour Science* 107, 13-21.

Miller-Cushon E. K. och DeVries T. J. 2009. Effect of dietary dry matter concentration on the sorting behavior of lactating cows fed a total mixed ration. *Journal of Dairy Science*. Vol 92. No 7. 3292-3298.

Munksgaard L., Rushen J., de Pasillé A.M. och Krohn C. C. 2011. Forced versus free traffic in an automated milking system. *Livestock Science* 138, 244-250.

Mäntysaari P., Khalili H. och Sariola J. 2006. Effect of Feeding Frequency of a Total Mixed Ration on the Performance of High-Yielding Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*. Vol 89. No 11. 4312-4320.

Patel, M., Wredle, E., Spörndly, E., Bertilsson, J. och Kumm, K-I. 2013. Profitability of organic and conventional dairy production with different proportions of high quality grass silage. *Org. Agr.* 3, 31-39.

Personligt meddelande, Anna Jarander, Lely, 2014-09-17.

Personligt meddelande, Torbjörn Lundborg, Växa Sverige, 2014-09-17.

Prescott N. B., Mottram T. T. and Webster A. J. F. 1998. Relative motivations of dairy cows to be milked or fed in a Y-maze and an automatic milking system. *Applied Animal Behaviour Science* 57, 23-33.

Rodenburg J. 2002. "Robot Milkers: What, where... and how much??!" I: *Proceedings from Ohio Dairy Management Conference*, December 16-17, 2002. Sid 1-18.

Rodenburg J. & Wheeler B. 2002. Strategies for incorporating robotic milking into North American herd management. I: *Proceedings from "The first North American Conference on Robot milking"* 20-22 mars, 2002, Toronto, Canada, sid. III 18-32.

Rodriguez F. 2012. "Choosing the right cow traffic system for your robot dairy". *Progressive Dairyman*, Sept 21, 2012.

Scott V. E., Thomson P. C., Kerrisk K. L. och Garcia S. C. 2014. Influence of provision of concentrate at milking on voluntary cow traffic in a pasture-based automatic milking system. *Journal of Dairy Science*. Vol 97. No 3. 1481-1490.

Sova A. D., LeBlanc S. J., McBride B. W. och DeVries T. J. 2013. Associations between herd-level feeding management practices, feed sorting, and milk production in freestall dairy farms. *Journal of Dairy Science*. Vol 96. No 7. 4759-4770.

Sova A. D., LeBlanc S. J., McBride B. W. och DeVries T. J. 2014. Accuracy and precision of total mixed rations fed on commercial dairy farms. *Journal of Dairy science*. Vol. 97. No 1.

562-571.

Spolders M., Meyer U., Flachowsky G. och Coenen M. 2004. Differences between primiparous and multiparous cows in voluntary milking frequency in an automatic milking system. Italian Journal of Animal Science. Vol 3. 167-175.

Spörndly E. & Wredle E. 2004. "Automatic Milking and Grazing – Effects of Distance to Pasture and Level of Supplements on Milk Yield and Cow Behavior". Journal of Dairy Science. Vol. 87, Issue 6, 1702-1712.

Volden, H. (Ed.) 2011. NorFor – The Nordic feed evaluation system. EAAP publication No.130, 180 sid.

VÄXA Sverige, 2012. Växa Sveriges robotblad kokontrollen för dig med robot. Kokontroll avdelningen Växa Sverige. Växa Sveriges robotblad nr 2 2012. (Utskick).

Åkerlund, Helena. 2008. "Studie av introduction av NorFor Plan för foderstatsberäkning till mjölkkor i Sverige". Examensarbete 268. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. SLU.

Østergaard S., Sørensen J. T., Hindhede J. 2002. Culling strategies in herds with automatic milking systems analysed by stochastic simulation. I: Proceedings from "The first North American Conference on Robot milking" 20-22 mars, 2002 i Toronto, Canada, Sid 23-23.

Bilagor

Tabell A. Mätningar av foder och foderkomponenter på gårdarna i studien

Gård¹	Noggrannhet på foder
1	Skrivit upp kg för varje fodermedel och dag, vägt bortkört foder.
2	Skrivit upp totalt av blandningen för varje dag, utöver blandningen har korna utfodrats med en hel bal med halm som inte är hackat och inte är med i beräkningarna.
4	Skrivit upp total mängd utfodrat av blandningen till varje grupp och dag.
5	Lastningshistorik registrerad för varje fodermedel i kg blandat per fodermedel och dag, vägt bortkört foder för varje dag.
6	Skrivit upp total mängd utfodrat i kg och hur många procent tillsatt vatten
7	Total mängd per dag.
8	Skrivit upp kg för varje fodermedel och dag, vägt bortkört foder.
9	Skrivit upp kg för varje fodermedel per dag.
10	Lastningshistorik registrerad för varje fodermedel i kg blandat per fodermedel och dag, inte ändrat i receptet i utfodringsvagnen vid period 2 - därför registrerades halva mängden helsäd (de hade ökat med en bal helsäd). Den totala vikten per dag stämmer och fick därför dubbla vikten helsäd och ta bort den vikten från ensilaget.
11	Skrivit upp kg för varje fodermedel och dag.
12	Total mängd i vikt per dag.

¹Gård 3 utgick ur studien.

Tabell B. Den kompletta listan av foder- och utfodringsvariabler som har testats i de statistiska analyserna.

Variabel	Förklaring
Robotkvot	”Robotkvoten” i mixen, (andel Stärkelse av TS+ andel Restkolhydratfraktion av TS)/andel NDF av TS.
ECM-äldre kor	Till hur många kg ECM (energikorrigerad mjölk) mixen räcker för en ko som har haft fler laktationer än en, kg per dag.
ECM-1:a kalvare	Till hur många kg ECM mixen räcker till för en ko i sin första laktation, kg per dag.
Stärkelse	Mängden stärkelse som är i mixen, gram per kg TS mix.
NDF	Mängden fibrer (NDF) som finns i mixen, gram per kg TS mix.
RP	Mängden råprotein som finns i blandningen, gram per kg TS mix.
AAT20	Mängd aminosyror som absorberas av tunntarmen hos en ko som äter 20 kg TS, g per kg TS mix.
NEL20	Mängd nettoenergi (MJ) vid ett foderintag på 20 kg TS, MJ per kg TS mix.
PBV20	Proteinbalans i vommen (PBV) hos en ko som äter 20 kg TS, g per kg TS mix.
Kg TS per ko	Hur många kg TS givan är per ko i genomsnitt, ett medelvärde uträknat på hela besättningen utifrån mixfoder utvägt minus rester (på de gårdar där rester registrerats), kg TS mix per ko o dag.
TS mix	TS i procent på hela blandningen, på de gårdar som tillsätter vatten beräknas TS utefter de ingående foderkomponenternas TS samt hur mycket vatten som tillsattes.
FV per kg TS	Fyllnadsvärde hur mycket foderblandningen fyller i vommen, påverkas av struktur och syror. Kraftfoder och spannmål beräknas med konstantvärde. Används för att räkna ut intagskapaciteten av ett visst foder. FV per kg TS mix.
MJ mix	Omsättbar energi, MJ per kg TS mix.
Ens andel mix TS	Hur många procent av blandningen är ensilage på TS-basis; % av TS i mix
Onedbrytbar NDF	Onedbrytbar NDF, g per kg NDF i mix
Vomn NDF	Vomnedbrytbar NDF, g per kg NDF i mix
iNDF	Osmältbart NDF, g per kg TS i mix
Tuggtid	Beräknad tuggtid, antal minuter per kg TS mix.
Rest	Restfraktion gram per kg TS mix.
Socker	Mängden socker i blandningen, gram per kg TS mix.

Tabell C. Störningar i driften på gårdarna under försökets mätveckor och åtgärder som vidtogs.

Gård ¹	Störning	Åtgärd
1	Ingen störning i mätveckan	
2	Slut på spannmål sista dagen i period 2	I period 2 togs sista dagen bort och mätveckan kortades ner till 6 dagar
3	Bytte från 1:a skörd till 2:a skörd under period 1.	Gård 3 uteslöts ur studien p.g.a. omfattande störningar i den planerade utfodringen
4	Klövverkning första dagen i mätveckan period 2	Första dagen togs bort och mätveckan i period 2 blev 6 dagar
5	Stopp i alla robotar dagen innan mätveckan i period 1	Ingen åtgärd
6	Klövverkning mitt i mätveckan period 1	Mätveckan under period 1 tidigare lades till en vecka före klövverkningen ²
7	Ingen störning i mätveckan	
8	Ingen störning i mätveckan	
9	Ingen störning i mätveckan	
10	Stopp i totalt 3 timmar i en robot i mätvecka period 1,	Ingen åtgärd då korna hade tillgång till två robotar
11	Fodervagn trasig mitt i mätveckan i period 1	Mätveckan under period 1 tidigare lades till en vecka före problemen med fodervagnen inträffade ²
12	Klövbad vid ingång till robot mitt i mätvecka period 1	Ingen åtgärd, påverkar inte så mycket

¹Gård nr 3 utgick ur studien. ²Första perioden (1) var en mätning av den foderstat som korna hade på gården sedan flera veckor och innebar ingen förändring i foderstaten, inte heller någon anpassning till ny foderstat. Därför kunde mätveckan tidigare läggas.

Tabell D. Foderparametrar för varje gård och period. Här presenteras de foderparametrar som inte var signifikanta och som inte gav en hög förklaringsgrad i analysen av den frivilliga mjölkkningsfrekvensen och mjölkavkastningen. Förklaringar till variablerna och deras förkortningar återfinns i tabell B.

Gård ¹	Period	Kvot	ECM äldre kor	ECM 1:a kalvare	Stärkels e, g/kg TS	NDF g/ kg TS	RP g/kg TS	AAT20 g/kgTS	Nel20 g/kgTS	PBV20 g/kgTS	Kg TS per ko	TS mix %
1	1	0,59	18,1	15,1	79	407	161	82	5,7	35	17,7	37,7
	2	0,68	22,4	17,0	130	384	163	83	5,9	36	17,7	35,5
2	1	0,77	25,4	21,2	117	366	168	83	6,2	39	21,8	49,3
	2	0,88	25,0	20,5	141	361	160	84	6,0	31	22,2	47,4
4	1	0,48	20,4	17,2	81	436	164	89	6,2	29	16,4 ²	34,3
	2	0,60	23,1	19,2	126	415	160	89	6,3	25	19,6 ²	40,0
5	1	0,66	25,0	21,2	149	390	182	97	6,3	40	26,7	57,8
	2	0,60	24,3	20,5	136	398	179	93	6,3	40	26,5	52,1
6	1	0,98	26,1	22,0	183	351	172	93	6,2	31	25,5	41,0
	2	0,88	24,0	20,0	157	364	176	93	6,1	35	23,2	38,8
7	1	0,47	20,3	17,2	90	461	153	89	6,0	20	15,7	32,6
	2	0,57	24,3	21,0	121	431	162	93	6,2	24	17,3	34,7
8	1	0,93	28,2	24,1	150	352	165	91	6,3	26	19,8	38,2
	2	0,88	21,4	18,1	151	376	143	83	5,9	14	17,2	40,1
9	1	0,60	20,4	17,3	115	442	154	90	6,0	20	19,1	32,2
	2	0,66	21,1	17,6	129	427	152	91	6,0	19	22,2	37,7
10	1	0,43	16,0	14,2	99	458	158	82	5,5	32	21,9	23,2
	2	0,40	16,1	13,4	93	468	156	82	5,5	31	21,6	29,2
11	1	0,70	26,4	22,5	177	408	168	92	6,4	27	28,8	40,8
	2	0,73	27,5	23,4	186	401	168	93	6,4	26	23,7	31,1
12	1	0,46	22,3	18,5	75	459	157	83	6,1	31	14,5	29,6
	2	0,56	26,3	22,2	129	443	156	83	6,0	31	18,3	36,1

¹Gård nr 3 utgick ur studien. ²Mätt på varje grupp.

Tabell D Fortsättning. Fortsättning på foderparametrarna för varje gård och period

Gård ¹	Period	FV per kg TS	MJ mix	Ens MJ per kg TS	Ens RP	Ens NDF	Ens TS %	Ens Andel %	Onedbr NDF g/kg NDF i mix	Vomn NDF, g/kg NDF i mix	iNDF, g/kg TS i mix
1	1	0,44	10,4	10,3	163	437	42,0	79,4	163	4320	206
	2	0,41	10,8	10,3	163	444	28,0	70,7	154	3980	205
2	1	0,39	11,2	11,1	179	382	42,0	71,0	137	4010	155
	2	0,39	11,1	11,0	169	388,5	38,7	66,9	147	3790	192
4	1	0,46	11,2	10,9	160	485	32,5	57,0	162	4600	180
	2	0,43	11,3	10,9	160	485	33,0	52,0	155	4320	179
5	1	0,42	11,4	10,5	179	492	48,3	51,3	160	3820	241
	2	0,43	11,3	10,5	179	492	44,8	63,4	153	4160	223
6	1	0,40	11,5	10,8	148	484	28,7	39,6	160	3200	237
	2	0,41	11,4	10,8	148	484	25,8	41,9	166	3360	239
7	1	0,46	10,9	10,2	132	538	28,0	79,2	171	5030	196
	2	0,44	11,2	10,2	132	538	27,8	71,1	160	4580	195
8	1	0,39	11,4	10,7	146	474	32,8	42,2	137	3430	203
	2	0,41	11,2	10,7	146	474	31,0	43,6	156	3860	209
9	1	0,46	11,3	10,3	140	543	25,8	58,9	184	4470	226
	2	0,45	11,4	10,3	140	543	28,3	48,6	186	4170	237
10	1	0,46	10,6	10,0	151	567	20,0	46,5	211	4430	268
	2	0,46	10,6	10,0	151	567	20,0	48,6	214	5210	267
11	1	0,43	11,5	10,5	170	522	33,8	70,8	149	4500	192
	2	0,42	11,5	10,5	170	522	24,3	69,1	147	4450	191
12	1	0,43	11,1	11,1	160	481	25,8	81,6	169	4970	183
	2	0,39	11,2	11,1	160	481	28,0	66,6	189	4670	215

¹Gård nr 3 utgick ur studien.

Tabell B Fortsättning. Fortsättning på foderparametrar för varje gård och period.

Gård ¹	Period	Tuggtid	Rest g/kg TS	Socker g/kg TS
1	1	57	163	31
	2	52	136	26
2	1	48	165	35
	2	48	175	36
4	1	58	129	29
	2	55	122	31
5	1	53	108	23
	2	56	103	20
6	1	46	160	37
	2	49	163	38
7	1	62	128	37
	2	56	123	39
8	1	47	173	42
	2	52	178	42
9	1	61	148	34
	2	59	151	39
10	1	63	97	25
	2	65	95	24
11	1	57	108	20
	2	56	108	20
12	1	61	135	28
	2	56	118	26

¹Gård nr 3 utgick ur studien.